ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 AVRIL 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'en raison des fêtes de Pâques la séance du lundi 16 avril est remise au mardi 17.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques problèmes de Physique mathématique se rattachant à l'équation de M. Fredholm.* Note de M. **Émile Picard**.

1. On sait avec quel succès M. Fredholm [1] a fait l'étude d'une équation fonctionnelle qui est de la plus haute importance dans divers problèmes de Physique mathématique. Cette équation, en nous bornant au cas d'une seule variable, peut s'écrire

$$\varphi(x) + \lambda \int_a^b f(x, s)\, \varphi(s)\, ds = \psi(x), \tag{1}$$

a et b sont des constantes données ainsi que λ; les fonctions $f(x, s)$ et $\psi(x)$ sont également données, et l'inconnue est la fonction $\varphi(x)$. La découverte capitale de M. Fredholm est d'avoir trouvé l'expression générale de la fonction $\varphi(x)$ sous la forme

$$\varphi(x) = \frac{P(x, \lambda)}{D(\lambda)}$$

---

[1] I. Fredholm, *Comptes rendus de l'Académie de Stockholm*, janvier 1900 et *Acta mathematica*, t. XXVII, 1903.

où, relativement à λ, P et D se présentent sous la forme de séries entières en λ convergentes pour toute valeur de λ. Les racines de l'équation

$$D(\lambda) = 0$$

donnent les valeurs *singulières* de λ, pour lesquelles l'équation (1) a une ou plusieurs solutions (non nulles) quand on met zéro dans le second membre, et M. Fredholm a fait une étude approfondie de cette équation sans second membre.

Le cas où la fonction $f(x, s)$ deviendrait infinie entre les limites de l'intégration (l'intégrale ayant bien entendu un sens) a fait l'objet, dans un cas particulier, des recherches de M. Hilbert [1] [qui a de plus donné de très importants développements en séries se rapportant à l'équation (1)] et, dans un cas plus général, des études de M. Plemelj [2].

On peut aussi considérer le cas d'une équation analogue à l'équation (1) de la forme

$$(2) \qquad \varphi(x, y) + \lambda \int\int f(x, y; u, v)\, \varphi(u, v)\, du\, dv = \psi(x, y),$$

f et ψ étant des fonctions données, et l'intégrale double étant étendue à une aire donnée du plan (u, v). Cette généralisation est immédiate.

2. Venant d'étudier ces questions dans mon cours, je me propose simplement ici de faire quelques remarques et d'indiquer deux problèmes de Physique mathématique se rattachant à des équations du type de l'équation (2).

Tout d'abord, les problèmes tant intérieurs qu'extérieurs (dans l'espace à trois dimensions) relatifs aux fonctions harmoniques, quand on se donne soit la fonction, soit la dérivée dans le sens de la normale, se ramènent aux deux équations que nous allons indiquer. Désignons par S une surface fermée, et soit m un point de la surface; appelons de plus r la distance de m à l'élément variable $d\sigma$ de S, et φ l'angle que fait r avec la normale (intérieure) à S en $d\sigma$, tandis que ψ désignera l'angle de r avec la normale (intérieure) en m. Nous avons ici à considérer les équations fonctionnelles,

---

(1) D. Hilbert, *Nachrichten der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen*, 1904 et 1905.

(2) J. Plemelj, *Monatshefte für Mathematik und Physik*, XV. Jahrg.

analogues à (2), dont les premiers membres sont respectivement

$$(3) \qquad \rho + \lambda \int\int \rho \frac{\cos\varphi}{2\pi r^2} d\sigma,$$

$$(4) \qquad \rho + \lambda \int\int \rho \frac{\cos\psi}{2\pi r^2} d\sigma,$$

ρ étant la fonction inconnue des paramètres fixant la position d'un point de S.

Les deux équations fonctionnelles sont, en général, différentes; mais on peut montrer facilement que les valeurs *singulières* de λ sont les mêmes pour l'une et l'autre.

Dans le cas d'une surface sphérique S, les équations sont évidemment les mêmes ($\varphi = \psi$); en supposant la sphère de rayon *un*, on a, comme valeurs singulières,

$$\lambda = -(2n+1),$$

n étant un entier positif ou nul. De plus, pour la valeur singulière $-(2n+1)$, l'équation sans second membre

$$\rho - (2n+1) \int\int \rho \frac{\cos\varphi}{2\pi r^2} d\sigma = 0$$

a, comme solutions distinctes en ρ, les $2n+1$ fonctions Y_n de Laplace correspondant à l'entier n.

3. Les remarques qui précèdent trouvent leur application dans le problème de l'aimantation par influence pour un corps parfaitement doux limité par une surface S. Ce problème revient, d'après la théorie de Poisson, à trouver une fonction $V(x, y, z)$ de la nature d'un potentiel à l'infini, continue dans tout l'espace, harmonique à l'intérieur et à l'extérieur de S, et telle que, pour tout point m de S, on ait

$$(1 + 4\pi k)\frac{dV}{dn} - \frac{dV'}{dn}$$

égale à une fonction connue du point m. La direction n se rapporte à la normale intérieure à S et les dérivées $\frac{dV}{dn}$ et $\frac{dV'}{dn}$ sont les dérivées de V prises dans cette direction, la première en un point de mn infiniment voisin de m à l'intérieur de S et la seconde en un point à l'extérieur. Quant à k, c'est le coefficient d'aimantation, positif si le corps doux est paramagnétique, et négatif pour un corps diamagnétique.

On peut représenter V par un potentiel de simple couche étendue sur S, la densité ρ de cette couche satisfaisant à l'équation fonctionnelle

$$\rho - \frac{2\pi k}{1+2\pi k}\int\int \rho \frac{\cos\psi}{2\pi r^2}\, d\sigma = \text{fonction donnée sur S.}$$

C'est une équation correspondant au type (4) du paragraphe précédent. Pour k positif, l'équation a certainement une solution et une seule. Il peut en être autrement si k est négatif. Par exemple, si S est une surface sphérique de rayon un, on aura les valeurs singulières de k correspondant à

$$2\pi k = -\left(1 + \frac{1}{2n}\right),$$

où n est un entier positif. La théorie de l'aimantation n'est sans doute pas applicable à de tels corps diamagnétiques, s'il en existe.

4. Une équation d'une forme différente va nous être fournie par un problème de la théorie analytique de la chaleur. Il s'agit d'un corps en équilibre de température avec rayonnement. En désignant par V la température, cette fonction V est harmonique à l'intérieur du corps et l'on a sur sa surface S

$$-\left(\frac{dV}{dn}\right) = k(V_e - V),$$

k étant un coefficient positif et V_e étant une fonction, donnée sur la surface, représentant en chaque point de celle-ci la température extérieure. Nous avons donc à trouver une fonction harmonique V telle que sur S

$$kV - \frac{dV}{dn}$$

soit égale à une fonction donnée.

Cherchons encore à exprimer V par un potentiel de simple couche de densité ρ. L'équation précédente reviendra à trouver la fonction ρ satisfaisant à l'équation fonctionnelle rentrant toujours dans le type (2)

$$\rho + \int\int \rho\left(\frac{k}{2\pi r} - \frac{\cos\psi}{2\pi r^2}\right) d\sigma = \text{fonction donnée sur S.}$$

Pour $k > 0$, cette équation a une solution et une seule. Pour certaines valeurs négatives de k (ce qui n'a d'ailleurs qu'un intérêt analytique), l'équation sans second membre aura des solutions autres que $\rho = 0$. Par

exemple, dans le cas de la sphère de rayon *un*, il en sera ainsi pour

$$k = -n,$$

n étant un entier positif ou nul et pour ces valeurs seulement.

Nous avons supposé que k était constant, mais la méthode s'applique également si k est une fonction positive sur la surface S.

CHRONOMÉTRIE. — *Sur un moyen de contrôler un système d'horloges synchronisées électriquement.* Note de M. G. **Bigourdan**.

Considérons un certain nombre d'horloges dispersées et synchronisées électriquement par une pendule directrice, ainsi que cela a lieu, par exemple, à Paris : chaque horloge synchronisée forme ce qu'on appelle un *centre horaire*.

Dans ce système, tous les centres horaires sont placés sur un circuit électrique et maintenus à l'heure par un courant que lance, à chaque seconde, la pendule directrice; par ce moyen, celle-ci oblige les centres horaires à la suivre exactement, de sorte que, lorsque le fonctionnement est bon, tous ces centres marquent constamment la même seconde que l'horloge directrice quand, une première fois, ils ont été mis d'accord avec elle.

Les causes de dérangement sont les suivantes :

1° Un centre horaire considéré n'obéit pas au courant synchronisateur et cesse de marcher d'accord avec la pendule directrice ([1]);

2° Le circuit de synchronisation est coupé et, par suite, chaque centre horaire prend une marche indépendante;

3° L'horloge directrice cesse de marcher;

4° L'horloge directrice cesse d'être à l'heure exacte.

Le moyen de contrôle qui va être indiqué est destiné à avertir du mauvais fonctionnement du système dans les trois premiers cas; l'avertissement est donné à côté de chaque centre horaire, de manière à prévenir que l'heure de ce centre ne mérite pas toute confiance.

Pour cela, dans le circuit synchronisateur installons, à côté de chaque centre horaire, un galvanoscope dont l'aiguille aimantée sera déviée à chaque passage du courant, c'est-à-dire à chaque seconde : cette aiguille aimantée reproduit chaque battement de seconde de la pendule directrice,

---

([1]) Il n'y a évidemment pas lieu d'examiner le cas où le centre horaire est arrêté.

de sorte que, si elle numérotait les secondes, elle pourrait remplacer le cadran du centre horaire correspondant. Or il est facile de lui faire marquer au moins une seconde déterminée de chaque minute.

Pour cela, supprimons une émission du courant synchronisateur à la seconde *zéro* par exemple de la pendule directrice et voyons ce qui se passera dans chacun des quatre cas énumérés ci-dessus.

Si le centre horaire considéré est d'accord avec la pendule directrice, à chaque seconde *zéro* de ce centre horaire l'aiguille aimantée restera immobile, et alors seulement. Mais si ce centre est, par exemple, en avance de 3 secondes sur la pendule directrice, c'est à la troisième seconde de ce centre horaire que l'aiguille aimantée restera immobile, et l'on sera ainsi prévenu de cette avance. De même s'il y avait retard. Il est d'ailleurs évident que l'avance ou le retard ne devra pas dépasser quelques secondes pour que ce moyen de contrôle soit efficace.

Si le courant synchronisateur est coupé, la boussole restera immobile; elle restera immobile encore si l'horloge directrice cesse de marcher : dans ces deux cas on sera prévenu encore que le centre horaire peut n'être pas à l'heure.

La manière de réaliser pratiquement ce système variera avec la disposition employée pour émettre à chaque seconde le courant synchronisateur. Si, comme cela est fréquent, cette émission est produite par une roue de 60 dents montée sur l'axe de secondes de la pendule directrice, il suffira d'abattre une de ces dents et de lui faire correspondre la seconde zéro.

Si l'émission est produite par le balancier, par exemple au moyen de ce qu'on appelle souvent des *contacts Bréguet*, on pourra ou les faire soulever mécaniquement par l'horloge, ou couper le courant à chaque minute, ce qui ne saurait présenter de difficulté.

Ce procédé, qui revient à un transport instantané de la pendule directrice à côté de chaque centre horaire, est donc facile à réaliser; en outre, il serait efficace dans l'immense majorité des cas, puisqu'il est tout à fait rare que la pendule directrice ne soit pas bien maintenue à l'heure exacte.

ASTRONOMIE. — *Présentation d'un fascicule du « Catalogue photographique du Ciel » de l'Observatoire de Toulouse;* par M. Lœwy.

Ce document renferme les coordonnées rectilignes de toutes les images stellaires des divers clichés pris en vue de la détermination de la parallaxe solaire au moyen de la planète Éros. M. Baillaud, Directeur de l'Observatoire, fait connaître la part prise par ses collaborateurs à cette publication. La direction des travaux de mesures et de réductions a été confiée à

M. Bourget, astronome-adjoint et l'exploration photographique du Ciel à M. Montangerand qui, pendant quatre mois, a consacré toutes les belles nuits à cette tâche et a réalisé une centaine de clichés.

M. Bourget, dans l'Introduction rédigée par lui, fournit des renseignements intéressants sur les modes d'opération employés et sur toutes les précautions prises pour entourer cette étude des garanties d'exactitude nécessaires.

M. Baillaud rend un hommage mérité à ses collaborateurs pour le zèle et l'activité qu'ils ont déployés en cette circonstance. Grâce à ces travaux, l'Observatoire de Toulouse a pu fournir une contribution très utile à l'œuvre internationale concernant une nouvelle détermination précise de la distance du Soleil à la Terre.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure publiée par l'Association internationale des Académies : *Vorbericht für die am* 30. *Mai* 1906 *zu Wien beginnende Zusammentretung des Ausschusses.*

2° Plusieurs brochures de M. O. Lehmann, relatives aux cristaux liquides et accompagnées de 29 photographies exécutées par l'auteur, qui en fait hommage à la bibliothèque de l'Institut. (Présenté par M. de Lapparent.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transformations des systèmes d'équations aux dérivées partielles du second ordre.* Note de M. J. Clairin, présentée par M. Appell.

Étant donnés deux systèmes (E) et (E′) d'éléments du premier ordre dans l'espace à $n+1$ dimensions, nous désignerons, suivant l'usage, par $x_1, x_2, \ldots, x_n, z, p_1, p_2, \ldots, p_n$ les coordonnées d'un élément du premier système et par $x'_1, x'_2, \ldots, x'_n, z', p'_1, p'_2, \ldots, p'_n$ celles d'un élément du second.

Imaginons que ces $4n+2$ quantités satisfassent à $n+\alpha+1$ équations ($\alpha \leqq n$) telles qu'à un élément (E) corresponde une multiplicité

de $\infty^{n-\alpha}$ éléments unis (E'). On peut, sans restreindre la généralité, supposer que ce système d'équations soit mis sous la forme

$$(1)\qquad \begin{cases} x'_\rho = f_\rho\,(x_i, z, p_j;\, x'_\sigma), \\ z' = f\,(x_i, z, p_j;\, x'_\sigma), \\ p'_k = \varphi_k(x_i, z, p_j;\, x'_\sigma) \end{cases}$$

$$(i, j, k = 1, 2, \ldots, n;\ \rho = 1, 2, \ldots, \alpha;\ \sigma = \alpha+1, \alpha+2, \ldots, n),$$

les fonctions précédentes satisfaisant aux conditions

$$\varphi_\sigma = \frac{\partial f}{\partial x'_\sigma} - \sum_{\rho=1}^{\alpha} \varphi_\rho \frac{\partial f_\rho}{\partial x'_\sigma}.$$

Proposons-nous de chercher dans quels cas la transformation définie par les équations (1) fera correspondre à une surface (S) engendrée par les éléments (E) une surface (S') engendrée par les éléments (E'). En remplaçant dans l'équation

$$dz' - \sum_{k=1}^{n} p'_k\, dx'_k = 0,$$

$x'_1, x'_2, \ldots, x'_n, z', p'_1, p'_2, \ldots, p'_n$ ainsi que les différentielles par les expressions que fournissent les équations (1) et en annulant les coefficients de $dx_1, dx_2, \ldots, dx_n$ on trouve, sans difficulté,

$$(2)\qquad \frac{df}{dx_i} - \sum_{\rho=1}^{\alpha} \varphi_\rho \frac{df_\rho}{dx_i} = 0$$

$$(i = 1, 2, \ldots, n),$$

$\frac{df}{dx_i}, \frac{df_\rho}{dx_i}$ désignant les dérivées prises par rapport à x_i de f et de f_ρ considérées comme des fonctions composées, $z, p_1, p_2, \ldots, p_n$ étant les fonctions intermédiaires.

Il suffit d'éliminer $x'_{\alpha+1}, \ldots, x'_n$ entre les équations (2) pour trouver un système (ε) de α équations aux dérivées partielles du second ordre qui possède un système de caractéristiques linéaires du premier ordre dépendant de $n-\alpha$ fonctions arbitraires d'une variable. Les équations (ε) peuvent admettre des intégrales dépendant de fonctions ou de constantes arbitraires; elles peuvent également être incompatibles, c'est-à-dire qu'il n'existe pas toujours des surfaces (S) auxquelles correspondent des surfaces (S') lorsque α est supérieur à l'unité.

Si les équations (1) font correspondre à un élément (E′) une multiplicité de $\infty^{n-\alpha}$ éléments (E) unis, les surfaces (S′) transformées des surfaces (S) sont les intégrales d'un système d'équations aux dérivées partielles du second ordre analogue à (ε). On voit ainsi que, sous certaines conditions, les équations (1) définissent une transformation des intégrales d'un système d'équations aux dérivées partielles du second ordre en les intégrales d'un autre système semblable, ces intégrales se correspondant une à une.

Considérons spécialement le cas de l'espace à trois dimensions ($n = 2$), α ne peut prendre que les valeurs un ou deux. Lorsque α est égal à l'unité, les équations (1) définissent une transformation de Bäcklund de première espèce. Lorsque α est égal à deux, les équations données, que l'on peut écrire ([1])

$$(3)\left\{\begin{array}{l} x'=f_1(x,y,z,p,q), \quad y'=f_2(x,y,z,p,q), \quad z'=f(x,y,z,p,q), \\ \qquad p'=\varphi_1(x,y,z,p,q), \quad q'=\varphi_2(x,y,z,p,q), \end{array}\right.$$

font correspondre à un élément (E) un élément (E′), et réciproquement; elles font également correspondre, en général, aux intégrales d'un certain système de deux équations aux dérivées partielles du second ordre

$$(4)\qquad \left\{\begin{array}{l} r+m(x,y,z,p,q)s+\mathrm{M}(x,y,z,p,q)=0, \\ s+m(x,y,z,p,q)t+\mathrm{N}(x,y,z,p,q)=0, \end{array}\right.$$

celles d'un autre système

$$(5)\qquad \left\{\begin{array}{l} r'+m'(x',y',z',p',q')s'+\mathrm{M}'(x',y',z',p',q')=0, \\ s'+m'(x',y',z',p',q')t'+\mathrm{N}'(x',y',z',p',q')=0. \end{array}\right.$$

Si l'un de ces systèmes est composé de deux équations en involution, il en est de même de l'autre. On démontre facilement dans ce cas l'existence de transformations de contact permettant de passer des équations (4) aux équations (5), mais la transformation (3) constitue un exemple intéressant de transformations qui ne s'appliquent qu'aux surfaces intégrales d'un système d'équations aux dérivées partielles et qui remplacent deux surfaces tangentes par deux surfaces également tangentes ([2]). Il est d'ailleurs aisé de voir que l'on peut appliquer de telles transformations à un système quelconque de la forme (4).

([1]) Dans ce qui suit j'emploie les notations de Monge.

([2]) M. Bäcklund a consacré à l'étude de ces transformations des Mémoires intéressants publiés dans les *Mathematische Annalen*.

PHYSIQUE. — *Dichroïsme, biréfringence et conductibilité de lames métalliques minces obtenues par pulvérisation cathodique.* Note de M. Ch. Maurain, présentée par M. Mascart.

Les lames métalliques qu'on obtient par pulvérisation cathodique dans certaines conditions sont anisotropes. Plusieurs physiciens ont étudié la biréfringence des dépôts ainsi formés sur des lames placées en face de l'extrémité d'une cathode filiforme ([1]).

J'ai préparé dans des conditions que j'indiquerai plus loin des lames métalliques qui ont la propriété remarquable d'être très fortement dichroïques; de plus, leur conductibilité électrique varie avec la direction; les directions de conductibilité maximum et minimum coïncident respectivement avec les directions des vibrations lumineuses les plus et les moins absorbées (en supposant que, dans la lumière polarisée, les vibrations sont normales au plan de polarisation); enfin ces lames sont biréfringentes et les sections principales coïncident avec les deux directions déjà définies par le dichroïsme et la conductibilité.

Un premier procédé consiste à employer une cathode circulaire plane formant un dépôt sur des lames de verre placées latéralement et normales à la cathode; ces lames sont ainsi substituées, en somme, aux parois du tube à vide cylindrique, où la cathode plane est disposée suivant une section droite. Parmi les lames ainsi préparées, les plus fortement dichroïques sont celles de bismuth; pour neuf lames de bismuth d'épaisseurs différentes, le rapport des intensités transmises pour les vibrations parallèles respectivement aux directions de plus grande et de plus faible absorption, a varié entre 0,89 et 0,52; ces lames sont fortement biréfringentes, font réapparaître avec éclat la lumière quand on les place entre deux nicols à l'extinction, et donnent à la bilame de Bravais des différences de teinte très accentuées; il est bon de déterminer d'abord par ces procédés les sections principales de la biréfringence; on mesure ensuite le dichroïsme dans ces directions, par une méthode photométrique où la biréfringence ne peut intervenir, et l'on constate que le dichroïsme dans des directions rectangulaires à 45° des précédentes est insensible; on voit facilement, avec le polariscope à franges de Savart, que la lumière qui a traversé ces lames est partiellement polarisée, et l'on peut retrouver ainsi les directions du dichroïsme; enfin, pour celles de ces lames (six) pour lesquelles des mesures de conductibilité ont été possibles, la conductibilité dans la direction de plus grande absorption a été trouvée beaucoup plus grande que dans la direction de plus faible absorption (je donnerai des exemples plus loin).

([1]) Kundt, *Wied. Ann.*, t. XXVII, 1886, p. 59; Dessau, *Wied. Ann.*, t. XXIX, 1886, p. 353; Kæmpe, *Ann. d. Physik*, t. XVI, 1905, p. 308.

Ces lames ont de 2^{cm} à 3^{cm} de largeur dans la direction qui était parallèle à la surface de la cathode; les directions principales définies par les trois propriétés étudiées ne sont pas les mêmes en tous les points des lames : dans la partie centrale, sur la plus grande partie de la largeur, elles sont parallèle et perpendiculaire à la surface de la cathode, la direction de plus grande absorption étant parallèle à cette surface; sur les bords les directions principales s'inclinent, en sens inverse de part et d'autre. Le dichroïsme spécifique n'est d'ailleurs pas le même en tous les points; il est certainement plus faible pour les points de la lame qui étaient les plus rapprochés de la cathode que pour ceux qui en étaient éloignés, et où l'épaisseur du dépôt métallique est d'ailleurs plus faible; cette variation des propriétés spécifiques est décelée aussi, avec le même sens, par les mesures de conductibilité; on trouve par exemple, pour la partie centrale d'une lame : en une région qui était assez rapprochée de la cathode, résistance d'un carré d'environ 9^{mm} de côté, parallèlement à la direction de plus grande absorption $133^{ohms},5$; parallèlement à la direction de plus faible absorption 157^{ohms}, rapport 0,8; en une région qui était un peu plus éloignée de la cathode, 216,5 et 308, rapport 0,703; en une région plus éloignée, 572 et 1203, rapport 0,475.

Quatre lames d'or préparées dans les mêmes conditions présentent les mêmes propriétés, moins accentuées : les rapports mesurant le dichroïsme ne descendent pas au-dessous de 0,9; la conductibilité dans la direction de plus grande absorption a été trouvée jusqu'à deux à trois fois plus grande que dans la direction perpendiculaire; enfin la biréfringence est très faible et en certains endroits insensible.

Un autre procédé de préparation de lames dichroïques consiste à recevoir simplement le dépôt sur une lame de verre placée parallèlement à la cathode plane, mais en disposant le tube entre les pièces polaires d'un électro-aimant donnant un champ de quelques centaines de gauss dont les lignes de force sont parallèles aux surfaces de la cathode et de la lame. Parmi les lames préparées dans ces conditions, ce sont celles de nickel qui présentent le plus fort dichroïsme, mesuré par des rapports descendant jusqu'à 0,65; les lames de nickel les plus dichroïques sont aussi les plus fortement biréfringentes et les axes de la biréfringence coïncident avec ceux du dichroïsme; enfin la conductibilité est encore la plus grande dans la direction de plus grande absorption; le rapport des conductibilités minimum et maximum est moins accentué que pour les lames dont j'ai parlé plus haut, mais descend cependant jusqu'à 0,68. Les directions principales ne sont pas les mêmes aux différents points des lames; dans la partie centrale des dépôts la direction de plus grande absorption est celle qui était parallèle au champ magnétique.

Ces résultats donnent ainsi pour des métaux des exemples d'anisotropie constatée par plusieurs procédés; la relation entre le dichroïsme et l'absorption est bien conforme aux conséquences de la théorie électromagnétique de la lumière.

Je n'ai parlé que des métaux avec lesquels j'ai fait un assez grand nombre d'expériences dans des conditions déterminées; j'ai aussi expérimenté sur d'autres métaux en variant les conditions, en particulier avec l'intention d'éclairer le rôle des champs électrique et magnétique du tube à décharge et des champs étrangers dans la détermination de la dissymétrie des lames.

J'ai beaucoup à remercier M. A. Cotton, qui a bien voulu observer d'abord avec ses propres appareils quelques-unes des lames et m'a donné de nombreux renseignements sur les montages optiques les plus favorables à l'étude du dichroïsme.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Osmose gazeuse à travers une membrane colloïdale.* Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. Lippmann.

Il était intéressant de savoir comment une membrane colloïdale, devenue imperméable par la dessiccation, se comporterait si le CO^2 qui l'affecte par sa surface interne [1] arrivait sous pression [2]. En faisant barboter ce gaz à sa sortie dans un bocal d'acide sulfurique, nous relevons, sur un manomètre à pétrole, les pressions en millimètres et nous pesons d'autre part le gaz absorbé.

Les expériences duraient 30 minutes :

Pressions...........	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
CO^2 absorbé en millig.	0	0	0	0	0	0	1,4	4,7	5,8	5,9	6	6,1	6,2	6,4	6,7	7,2	7,6

La courbe ci-dessous résume le phénomène; on voit un ressaut brusque entre les pressions 12 et 14, et à partir de là l'osmose croît avec la pression. Il est indispensable que les expériences se suivent sans interruption.

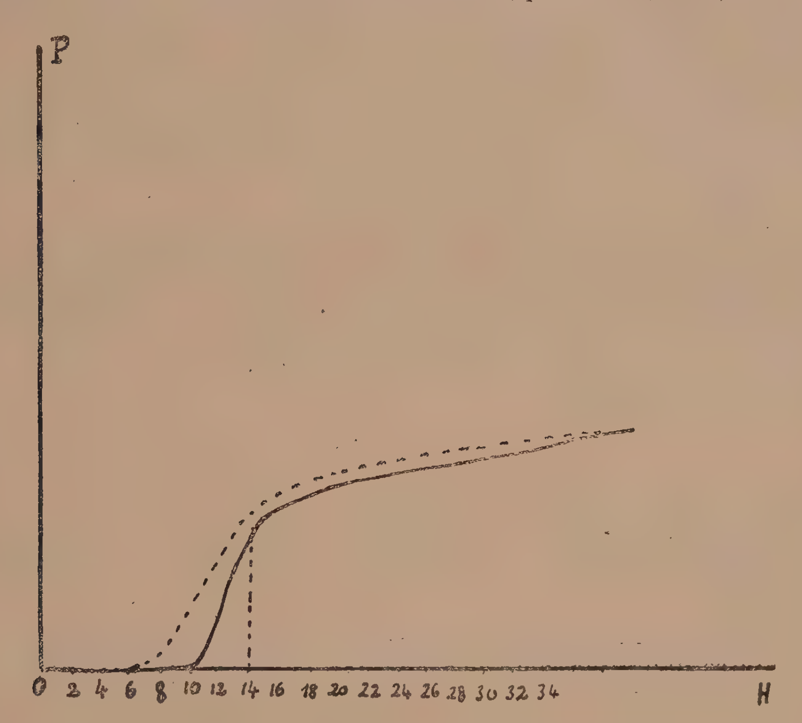
Si nous faisons décroître la pression de 32 à 0, nous aurons la courbe en pointillé;

---

(1) Il est bien entendu que c'est la surface interne de la vessie (blague à tabac) telle qu'on la livre et telle que nous la disposons dans notre appareil.

(2) La pression, du fait qu'elle modifie la porosité, serait peu intéressante à considérer, n'eût été la limite d'imperméabilité qu'elle permet de fixer.

les quantités diffusées seront un peu plus grandes que celles de la série précédente. La membrane possède un rôle propre qui grandit à mesure que la pression diminue. On peut mettre ce rôle mieux en évidence de la façon suivante : faire six expériences successives de 30 minutes avec la pression 32; on aura : 2^{mg}; 3^{mg}; 3^{mg},8; 4^{mg},6; 5^{mg},2; 6^{mg},1 et 7^{mg},5. Saturer la membrane de CO^2 bien sec, pendant 4 heures, et sous ladite



pression; les chiffres seront aussitôt de 5^{mg},2; 6^{mg},3; 7^{mg},4. En sorte que l'osmose est ici subordonnée à une condensation préalable du gaz pour la membrane, à la formation d'une surface gazeuse qui tend à régulariser le phénomène. Enfin, il semble y avoir une action mécanique de la part de CO^2, attendu que sans pression il ne donnerait pas, avec le septum, une *solution solide* et cela quelle que soit la durée de l'expérience.

Une membrane analogue, de surface double et parfaitement desséchée, fut soumise dans un bocal à un courant de CO^2 sous la pression de 40^{mm} de pétrole, et durant 24 heures. Après l'avoir agitée ensuite dans l'air pur, il nous a été possible d'en extraire 30^{mg},5 de CO^2 au moyen de la trompe à mercure.

Enfin, modifiant le dispositif de notre appareil pour que la membrane présente tour à tour chacune de ses deux faces au courant de CO^2, et faisant arriver ce dernier tantôt dans le récipient inférieur, tantôt sous la

cloche supérieure, nous eûmes des résultats dont le sens est celui-ci :

Le CO^2 étant dessous, la face interne de la membrane est imperméable, ainsi qu'on l'a vu plus haut. Mais la face externe est légèrement perméable : $1^{mg},2$ à $1^{mg},4$ en 45 minutes.

Le CO^2 étant dessus, la face interne de la membrane laisse diffuser de $1^{mg},6$ à $2^{mg},5$ en 45 minutes, et la face externe de 4^{mg} à 6^{mg}.

Si une telle différence quantitative ne devait être attribuée qu'à la densité du CO^2, il n'en resterait pas moins que les deux surfaces de la membrane (1) n'offrent aucune symétrie et, de même que dans la diffusion des liquides (Matteucci), jouent un rôle qualitatif.

Nous verrons s'il en est de même avec d'autres gaz.

On peut, en attendant, conclure que l'osmose gazeuse à travers le tissu employé ne se conforme ni aux lois expérimentales de Graham et Bunsen, ni aux théories de Stefan et O. Meyer. C'est aussi à tort que, depuis Valentin et Brunner, on a voulu définir une loi quelconque pour comprendre les échanges respiratoires.

PHYSIQUE. — *Sur les variations des bandes d'absorption d'un cristal dans un champ magnétique.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. Poincaré.

J'ai montré dans une Note précédente (2) que les bandes d'absorption du xénotime sont modifiées par un champ magnétique. Les résultats exposés étaient relatifs aux phénomènes observés normalement au champ.

Lorsqu'on dirige le rayon lumineux suivant les lignes de force, deux cas se présentent suivant que l'axe optique du cristal est parallèle ou est perpendiculaire aux lignes de force.

L'axe étant perpendiculaire au champ, on retrouve pour la vibration absorbée ordinaire normale au champ et à l'axe optique et pour la vibration extraordinaire orientée normalement au champ des modifications identiques à celles décrites précédemment.

Dans le cas où l'axe optique est dirigé suivant les lignes de force, le spectre ordinaire est seul visible. Lorsqu'on excite le champ magnétique

(1) Les résultats ci-dessus ont été vérifiés sur trois membranes du même ordre.

(2) Jean Becquerel, *Comptes rendus*, 26 mars 1906.

on observe une diffusion des bords de toutes les bandes, et pour la bande de longueur d'onde 522,14 un dédoublement considérable, chacune des composantes étant beaucoup plus faible que la bande primitive.

Si nous analysons au moyen d'un nicol la lumière sortant du cristal, nous observons les phénomènes suivants : l'axe optique étant sensiblement parallèle aux lignes de force, l'intensité des deux composantes reste constante quelle que soit l'orientation du nicol; mais, si l'on incline l'axe de quelques degrés sur la direction des lignes de force on constate que, pour deux positions A et B symétriques, indépendantes de l'intensité du champ, mais dépendant de l'épaisseur du cristal, les composantes sont *polarisées rectilignement* dans deux directions perpendiculaires entre elles, indépendantes de l'intensité du champ et tournant de 90° quand on change le sens du champ.

Un très léger déplacement au delà des positions A et B fait cesser cet état de polarisation et l'orientation du nicol est de nouveau sans influence sur l'intensité des deux composantes; cependant au voisinage immédiat des positions A et B on observe une polarisation partielle des deux composantes. Ces phénomènes sont particulièrement bien visibles avec la bande 522, 14, mais ils se produisent pour toutes les bandes à peu près en même temps.

Analysons maintenant la lumière en disposant entre le cristal et la fente une lame quart d'onde suivie d'un rhomboèdre de spath permettant d'obtenir dans l'oculaire deux plages contiguës et d'analyser à la fois deux vibrations circulaires inverses. En excitant le champ magnétique on voit chaque bande se déplacer dans des sens opposés dans les deux plages en conservant (exception faite pour les bandes 654,28 et 657,19) la même largeur et la même intensité. Les deux composantes sont polarisées circulairement en des sens opposés.

Les vibrations circulaires de même sens ne sont pas toutes déplacées du même côté; en particulier pour la bande 522,14 dont le doublet atteint à peu près dans un champ de 30000 unités l'écartement des raies D, l'effet se produit *en sens contraire* du sens observé jusqu'ici dans toutes les manifestations du phénomène de Zeeman. Le sens a été vérifié par comparaison directe avec les déplacements des raies D.

En inclinant légèrement l'axe du cristal de manière à atteindre l'une des deux positions A et B où la vibration est polarisée rectilignement, on voit presque subitement dans chacune des deux plages la bande déplacée devenir moins intense, et en même temps une deuxième composante apparaît placée symétriquement par rapport à la bande primitive. Quand on a dépassé la position A ou B, les deux composantes dans chaque plage deviennent égales et ne se modifient nullement lorsqu'on tourne le quart d'onde dans toutes les directions.

Le Tableau suivant résume les observations dans un champ évalué à 22800 unités C. G. S. Les bandes sont désignées par la longueur d'onde de leur milieu. Le mot *inverse* correspond au sens contraire à l'effet Zeeman.

I. — Axe parallèle au champ.			II. — Axe normal au champ.		
	Écartement des doublets.		Spectre ordinaire.	Spectre extraordinaire.	
λ (ordinaire).	μμ			λ (extraordinaire).	
520,59	0,07	Inverse.	Doublet dissymétrique. Écart, 0,19.	520,59	Doublet dissym. Écart, 0,22.
521,15	»	»	Se confond avec la précédente.	522,01	Ne change pas.
521,57	»	»	Léger élargissement.	523,72	S'élargit de ± 0,03.
522,14	0,34	»	S'étale du côté violet de 0,05.	525,12	S'élargit ± 0,13.
523,64	0,07	»	S'élargit.	526,77	Ne change pas.
524,18	»	»		642,39	»
524,57	»	»	Se déplace vers le violet.	643,59	»
525,12	0,14		S'affaiblit considérablement.	646,59	»
650,49	0,15	Inverse.	Doublet. Écart. 0,23.	654,23	S'étale vers le violet de 0,02.
652,29	0,18		Doublet. Écart. 0,27.	656,28	
653,71	0,09		S'étale légèrement vers le rouge.	657,34	S'étale vers le rouge de 0,02.
654,28	0,11	Inverse. Compos. inég.			
656,35	0,25		Doublet dissymétrique.		
657,19	0,09	Inverse. Doubl. dissym.			
658,20	0,09	Inverse.	Devient moins intense.		

Les changements observés en inclinant légèrement l'axe sur la direction des lignes de force semblent une conséquence de la biréfringence du cristal dans le voisinage de l'axe.

Un fait remarquable est la variabilité du sens dans lequel le champ magnétique déplace des vibrations circulaires de même sens. Ce phénomène pourrait être dû à des variations non seulement dans l'intensité, mais même dans le sens du champ magnétique à l'intérieur de certains atomes; il semble plus vraisemblable d'expliquer le phénomène en admettant que certaines bandes correspondent à des vibrations d'*électrons positifs*, non observés jusqu'à présent dans les phénomènes magnéto-optiques.

PHYSIQUE. — *Sur la production des vides élevés à l'aide de l'air liquide.* Note de MM. **Georges Claude** et **René-J. Lévy**, présentée par M. d'Arsonval.

Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie un appareil combiné en vue d'utiliser pratiquement à la production des vides extrêmes la remarquable propriété signalée par Dewar, c'est-à-dire l'absorption énergique des gaz par le charbon à la température de l'air liquide.

En principe notre procédé consiste à faire le vide en plusieurs stades;

un vide partiel est fait avec une pompe ou trompe dans l'enceinte à vider et dans deux ou plusieurs récipients à air liquide; la pompe est alors mise hors circuit et un des récipients est immergé dans l'air liquide; on fait ainsi dans l'enceinte à vider et dans les autres récipients à charbon un nouveau vide sur le vide partiel déjà réalisé. Le récipient à charbon est alors mis hors circuit, puis un deuxième récipient est immergé dans l'air liquide et fait un vide encore plus parfait sur l'enceinte et les récipients à charbon restants. Il est ensuite mis hors circuit et remplacé par un troisième récipient et ainsi de suite.

En pratique, deux récipients à charbon suffisent pour aller aux plus hauts vides actuellement réalisables.

En outre, à partir du moment où ils sont immergés dans l'air liquide, les récipients à charbon respectifs, mis en communication avec de nouvelles enceintes à vider, puis mis hors circuit dans l'ordre des phénomènes, sont susceptibles de répéter un grand nombre d'absorptions venant chacune jusqu'au degré de vide qu'ils déterminent dans la première opération; chacune de ces nouvelles opérations en effet se traduit par l'absorption d'un poids de gaz extrêmement minime et tout à fait incapable de modifier la tension résiduelle des gaz. En outre, ces absorptions successives, se faisant à l'aide de charbon dont toutes les molécules sont refroidies, donc en activité, pourront se succéder très rapidement et sans pertes sensibles d'air liquide, ce qui est essentiel au point de vue pratique.

L'appareil doit simplement être conçu de telle sorte que les mises en circuit et hors circuit des récipients successifs se passent avec la rapidité nécessaire et l'étanchéité indispensable pour les très hauts degrés de vide atteints.

Notre appareil est à cet effet combiné de telle sorte que ces mises en et hors circuit avec l'ensemble à vider s'accomplissent par des colonnes de mercure manœuvrées par des pistons plongeurs ou par la pression atmosphérique. Le voisinage des sommets de ces colonnes de mercure est refroidi à l'aide d'air liquide pour éliminer la tension de la vapeur du mercure très gênante pour la rapidité des opérations et la perfection du vide.

Comme exemple de la rapidité des absorptions, nous dirons que nous avons pu, partant d'une pression initiale de 2^{mm} de mercure, arriver en 15 minutes à l'extinction pour 5 tubes de Crookes de 1^{l} de capacité vidés simultanément.

PHYSIQUE. — *Qualités acoustiques de certaines salles pour la voix parlée.* Note de M. **Marage**, présentée par M. d'Arsonval.

Dans une salle où se produit un son continu, régulier, un auditeur peut entendre trois sortes de vibrations : 1° l'onde primaire qui vient directement de la source; 2° les ondes diffusées, en nombre infini, qui sont renvoyées par les parois ; elles produisent le son de résonance; 3° des ondes réfléchies régulièrement par les parois, elles donnent naissance à des échos distincts.

Pour qu'une salle soit bonne au point de vue acoustique, il faut qu'il n'y ait pas d'écho et que le son de résonance soit assez court pour renforcer le son qui l'a produit et ne pas empiéter sur le son suivant. Nous allons étudier les conditions dans lesquelles doit se produire le son de résonance.

Un ingénieur américain, M. Wallace Sabine ([1]), a trouvé la loi à laquelle est soumis le son de résonance; dans ses expériences, il emploie un tuyau d'orgue donnant ut_3 et il détermine le temps t pendant lequel l'auditeur continue d'entendre le son alors qu'il a cessé de se produire. La durée du son de résonance pour n'importe quelle salle est donnée par la formule : $t = \frac{K}{a+x}$ dans laquelle K est une constante qui dépend du volume v de la salle et il trouve que $K = 0,171\,v$.

a est le pouvoir absorbant de la salle vide; x, le pouvoir absorbant des spectateurs. Si l'on détermine expérimentalement t dans une salle vide où $x = 0$, on peut calculer a et ensuite chercher la valeur t' du son de résonance si la salle est pleine ; en effet, l'auteur a établi des Tables donnant le pouvoir absorbant de différents corps et en particulier le pouvoir absorbant par personne (0,44) d'un auditoire, le pouvoir absorbant d'une fenêtre ouverte de 1^{m^2} de surface étant pris pour unité.

J'ai recommencé ces expériences en employant comme source sonore la sirène à voyelles munie des résonnateurs buccaux, de manière à me rapprocher le plus possible des conditions dans lesquelles se trouve un orateur.

La sirène était disposée au point S, où se trouve habituellement l'orateur, l'auditeur se plaçait successivement en différents points de la salle, 1, 2, 3, 4, ..., et l'on déterminait la valeur du son résiduel pour chacune des cinq voyelles synthétiques OU, O, A, É, I.

([1]) *Architectural Acoustics*, Part I. *Reverberation of the American architectural Acoustics*, 1900; analysé par M. Bouty dans le *Journal de Physique*, t. X, 1901, p. 38.

Conditions de l'expérience :

Voyelles synthétiques........	OU	O	A	É	I
Notes d'émission (¹)..........	mi_2	mi_2	mi_2	la_4	la_6
Énergie du son en 1 seconde (²).	0,052	0,036	0,052	0,036	0,002

Durée du son d'origine, 3 secondes.

Je vais indiquer les résultats obtenus dans six salles différentes dont le volume variait entre 63000$^{m^3}$ (Trocadéro) et 646$^{m^3}$ (amphithéâtre de Physiologie de la Sorbonne).

Salle du Trocadéro (14 expériences) : V = 63000$^{m^3}$; nombre des auditeurs, 4500 ; diamètre, 58^m ; hauteur de la coupole, 55^m.

	OU.	O.	A.	É.	I.
Son de résonance (³) (salle vide) t moyenne.......	2	2,1	2	2	1,9
Son de résonance (salle pleine) t' moyenne.......	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4

Pour qu'un orateur se fasse bien comprendre dans cette salle il faut qu'il parle lentement, en s'arrêtant à chaque phrase ; il ne doit pas parler avec plus d'énergie que s'il s'adressait à 250 auditeurs dans l'amphithéâtre de Physique de la Sorbonne.

Grand amphithéâtre de la Sorbonne (11 expériences). — V = 13600$^{m^3}$; nombre des auditeurs, 3000 ; surface du plafond vitré 150$^{m^2}$, hauteur du plafond 17^m :

	OU.	O.	A.	É.	I.
t.............	2	2,8	2,6	1,9	1,8
t'............	0,9	1	1	0,9	0,9

t' est beaucoup plus petit que t ; l'architecte a eu, en effet, le talent de supprimer presque complètement les parois latérales en les tapissant d'auditeurs, dont le pouvoir absorbant est très grand ; de plus le plafond vitré n'est qu'à 17^m du sol, de manière que l'écho ne peut pas se produire : l'acoustique de cette salle est donc très bonne.

Amphithéâtre Richelieu. — V = 6000$^{m^3}$; hauteur du plafond, 10^m,50 ; nombre d'auditeurs, 800 ; nombre des expériences, 13.

	OU.	O.	A.	É.	I.
t..........	1,8	2,2	2	1,6	1,6
t'..........	1,1	0,8	0,9	1	1

Salle de l'Académie de Médecine. — V = 1992$^{m^3}$; nombre des auditeurs, en moyenne, 200.

(¹) *Sensibilité spéciale de l'oreille physiologique pour certaines voyelles* (*Comptes rendus*, 9 janvier 1905).

(²) En moyenne un orateur dépense en 1 heure une énergie de 160^{kgm}.

(³) Le son de résonance dans cette salle présente un phénomène particulier et qui ne se retrouve pas ailleurs ; sa valeur est très variable ; par exemple pour É on trouve 11 fois la valeur 2, puis 1 fois, 1,6 ; 2,2 ; et 3 ; c'est ce qui explique pourquoi on entend plus mal à certaines places.

Nombre des expériences, 78.

t	0,5 pour toutes les voyelles
t'	0,4 » »

Je me suis trouvé en présence de résultats inattendus, aussi ai-je multiplié les expériences; jamais je n'ai trouvé un son de résonance aussi court. Cela montre comment on peut changer les qualités acoustiques d'une salle en augmentant le pouvoir absorbant des parois; pour une salle de cours, dont les auditeurs seraient silencieux, t' serait un peu faible, mais, pour une salle de séances, il vaut mieux avoir une résonance aussi faible que possible.

Amphithéâtre de Physique de la Sorbonne. — $V = 890^{m^3}$; nombre des auditeurs, 250; nombre des expériences, 8.

	OU.	O.	A.	É.	I.
Moyenne t......	1,4	1,6	1,2	1,4	1,2
» t'.....	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6

C'est l'amphithéâtre qui a les meilleures propriétés acoustiques pour la voix parlée.

Amphithéâtre de Physiologie de la Sorbonne. — $V = 646^{m^3}$; nombre des auditeurs, 150; nombre des expériences, 8.

t	1,4 pour toutes les voyelles
t'	0,7 »

L'acoustique de cette salle est donc également très bonne.

Conclusions. — 1. Comme l'a dit M. Sabine, le son de résonance peut servir à caractériser les propriétés acoustiques d'une salle.

2. La durée de ce son varie avec le timbre, la hauteur et l'intensité du son primitif; ce qui pourrait, peut-être, expliquer pourquoi une salle peut être assez bonne pour un orateur et mauvaise pour un orchestre.

3. Avec la formule $t = \frac{K}{a+x}$, on peut déterminer la durée du son de résonance en fonction du nombre des auditeurs.

4. Pour que l'acoustique d'une salle soit bonne, la durée d'un son de résonance déterminé doit être sensiblement constante pour toutes les places et toutes les voyelles; elle doit être comprise entre 0,5 seconde et 1 seconde.

5. Si cette durée est plus grande que 1 seconde, on n'arrive à se faire entendre dans la salle qu'en parlant très lentement, en articulant bien et en ne donnant pas à la voix une énergie trop grande.

6. Cette méthode permet d'indiquer d'avance à un orateur les conditions dans lesquelles il doit parler pour se faire comprendre de tous ses auditeurs.

PHYSIQUE. — *Sur les variations de quelques propriétés du quartz.* Note de M. H. **Buisson**, présentée par M. J. Violle.

Au cours de mesures sur la masse du décimètre cube d'eau, j'ai été amené à étudier les variations de quelques propriétés du quartz.

Les recherches ont surtout porté sur deux très beaux échantillons parfaitement limpides, qui ont été examinés au Norremberg avant d'être taillés. Ils ne présentaient aucune défectuosité. Ils ont la forme de cubes de 4^{cm} et de 5^{cm} d'arête. Ces grandes dimensions permettent des déterminations très précises.

Densité. — La densité par rapport à l'eau a été mesurée par M. Benoît, précisément en vue de la détermination de la masse du décimètre cube d'eau. Sa valeur à $0°$ est

2,650642 pour le cube de 5^{cm}

et

2,650737 pour celui de 4^{cm}.

Cette dernière avait aussi été mesurée antérieurement par M. Macé de Lépinay, qui avait obtenu le même nombre. Chacune de ces valeurs ne comporte pas une erreur supérieure à une ou deux unités du dernier ordre décimal, tandis que leur écart est de $95 . 10^{-6}$.

Dilatation. — Les mesures absolues d'épaisseur, par une méthode optique déjà publiée ([1]), permettent de mesurer la dilatation d'une façon directe, sans faire intervenir une autre dilatation qui doit être déjà connue, comme dans la méthode de Fizeau.

Les mesures faites à différentes températures sur le cube de 4^{cm} peuvent être ramenées à $0°$ en leur appliquant les coefficients de dilatation donnés par M. Benoît ([2]). Elles concordent alors parfaitement.

Au contraire, pour le cube de 5^{cm}, les mesures ramenées à $0°$ présentent entre elles des écarts systématiques, qui croissent avec la température à laquelle la mesure a été faite, dans un intervalle de quelques degrés seulement. J'ai alors étendu les limites des températures d'observation et étudié spécialement la dilatation. Entre $0°$ et $40°$, elle se représente par les formules suivantes :

Direction parallèle à l'axe........ $e = e_0 [1 + 10^{-8} (695,1\, t + 1,10\, t^2)]$

Direction perpendiculaire à l'axe.. $e = e_0 [1 + 10^{-8} (1284,0\, t + 1,80\, t^2)]$

([1]) *Annales de Chimie et de Physique,* 8e série, t. II, 1904, p. 78.

([2]) *Travaux et Mémoires du Bureau international,* t. VI, 1888, p. 190.

au lieu des formules de M. Benoît :

$$e = e_0[1 + 10^{-8}(712,3t + 0,84t^2)],$$
$$e = e_0[1 + 10^{-8}(1318,5t + 1,24t^2)],$$

qui conviennent au cube de 4^{cm}.

Indices de réfraction. — Les variations de l'indice ont été déjà signalées par MM. Macé de Lépinay et Buisson ([1]). Les indices sont mesurés par une méthode interférentielle qui donne des valeurs exactes à 2 ou 3 unités du septième ordre décimal. En une région du cube de 5^{cm} les indices ordinaires absolus, pour les radiations rouge et verte du cadmium, sont, à 11°,

1,5427286 et 1,5486769.

En une région du même bloc, distante de la première de 5^{cm}, les valeurs deviennent :

1,5427335 et 1,5486821.

Enfin pour une région du cube de 4^{cm} on trouve

1,5427391 et 1,5486876,

soit un écart de 50 unités du septième ordre en deux points du même bloc et de plus de 100 unités d'un échantillon à un autre.

Les indices extraordinaires varient aussi; leurs valeurs sont :

1,5517766, 1,5579265

et

1,5517844, 1,5579350

pour les deux régions déjà citées du cube de 5^{cm}, et

1,5517905 1,5579411

pour le cube de 4^{cm}.

Les écarts des indices extraordinaires sont donc encore plus grands : 80 et 140.10^{-7}. La biréfringence varie donc aussi.

D'autre part, la variation de ces indices en fonction de la température est aussi différente pour les deux quartz. Aux environs de 15° dans le cas des indices ordinaires donnés plus haut, elle est

-61.10^{-7} et -59.10^{-7} pour le cube de 4^{cm}

et

-59.10^{-7} et -57.10^{-7} pour celui de 5^{cm}.

Pouvoir rotatoire. — Mesuré à la même température, avec le même dispo-

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 8e série, t. II, 1904, p. 78.

sitif, pour réduire au minimum les causes d'erreur, le pouvoir rotatoire pour la radiation verte du mercure est, à 10°,

$$255^\circ,025 \text{ pour le cube de } 4^{cm}$$

et

$$255^\circ,012 \text{ pour celui de } 5^{cm},$$

tous deux étant dextrogyres.

Il est à remarquer que tous ces écarts sont de même sens. Densité, dilatation, réfringence, biréfringence, pouvoir rotatoire sont plus faibles pour le cube de 5^{cm} que pour celui de 4^{cm}.

Il y a donc lieu de ne pas considérer le quartz, même très bien cristallisé, comme un corps pur, à propriétés parfaitement définies, ni même comme un corps homogène.

D'autre part, la nécessité de faire intervenir une grande quantité de matière pour mesurer l'indice avec précision (et aussi bien par la méthode interférentielle que par la méthode du prisme) ne permet que d'obtenir un indice moyen le long du parcours du faisceau lumineux, variable avec la direction de celui-ci et sa position dans le quartz. Il y a donc impossibilité de savoir si, dans le quartz, la surface d'onde est rigoureusement une sphère pour l'onde ordinaire, et une surface de révolution pour l'onde extraordinaire.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la radioactivité des sources d'eau potable.* Note de M. F. DIENERT, présentée par M. P. Curie.

Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, 19 février 1906) nous avons montré que les sources de l'Avre étaient faiblement radioactives. Nous avons continué à étudier, au moyen du même appareil de Engler et Sieveking, la radioactivité des autres groupes de sources captées par la Ville de Paris. Quoique avec cette méthode nous n'obtenons pas de résultats absolus, en opérant d'une façon identique nos chiffres sont comparables.

Dans le Tableau ci-dessous nous avons indiqué l'intensité du courant de décharge, le gisement géologique de la source, la conductibilité électrique de chacune de ces eaux à 18° C.

	Sources.	Intensité en ampères du courant de décharge de l'électroscope par l'émanation dégagée par un litre d'eau.	Gisement géologique de la source.	Conductibilité électrique à 18° C. G. S.
Groupe des sources de la Vanne	Cochepies	$1,33 \times 10^{-13}$	Craie sénonienne	$3,72 \times 10^{-13}$
	Flacy	$1,91 \times 10^{-13}$	»	$4,34 \times 10^{-13}$
	Pâtures	$1,94 \times 10^{-13}$	»	$4,00 \times 10^{-13}$
	Miroir	$1,34 \times 10^{-13}$	»	$3,53 \times 10^{-13}$
Source de la	Dhuys	$9,87 \times 10^{-13}$	Calcaires et marnes de Champigny	$4,65 \times 10^{-13}$
Groupe des sources du Loing et du Lunain	Bourron	$0,56 \times 10^{-13}$	Craie sénonienne surmontée de terrains tertiaires (sables et calcaires)	$4,08 \times 10^{-13}$
	Chaintréauville	$0,58 \times 10^{-13}$	»	$3,71 \times 10^{-13}$
	Saint-Thomas	$0,23 \times 10^{-13}$	»	$4,21 \times 10^{-13}$
	Villemer	$0,35 \times 10^{-13}$	»	$3,85 \times 10^{-13}$

Toutes ces sources sortent de terrains sédimentaires non bouleversés. La source de la Dhuys ne peut recevoir que des eaux de pluies infiltrées à travers les calcaires de Champigny et arrêtées dans leur mouvement de descente par les marnes à *pholadomya ludensis*, lesquelles reposent sur les sables de Beauchamps. Elle ne peut recevoir d'eaux provenant de la profondeur de la terre, comme c'est au contraire le cas de nombreuses eaux minérales.

De ces résultats nous pouvons extraire quelques observations :

1° Les sources de la Vanne sont aussi radioactives que celles de l'Avre, mais elles le sont beaucoup moins que celles de la Dhuys.

2° Il y a une grande différence dans la radioactivité des eaux issues d'un même gisement géologique; ainsi le groupe du Loing et du Lunain est moins radioactif que celui de la Vanne. Dans un groupe de sources les différences de radioactivité existent également mais sont moins accentuées. Ainsi les sources de Cochepies et du Miroir, qui ont un périmètre d'alimentation commun dans la forêt d'Othe, ont une radioactivité identique mais différente de celle des sources de Flacy et des Pâtures issues, toutes deux, d'un périmètre d'alimentation voisin, situé près de la rivière la Vanne. Au groupe du Loing et du Lunain, les sources de Bourron et de Chaintréauville, émergeant dans la vallée du Loing, ont une radioactivité identique mais différente de celle de Saint-Thomas et de Villemer, constituant le groupe de la vallée du Lunain et de radioactivité très voisine. Par ces groupements il semble qu'il y ait des zones plus ou moins radioactives.

3° Il n'y a aucune relation apparente entre la conductibilité électrique et la radioactivité.

4° Pour les sources examinées ce sont celles dont le périmètre d'alimentation est très riche en argile qui semblent les plus radioactives. Ainsi les calcaires de Champigny sont surmontés de bancs marneux très importants; la craie sénonienne, dans la région de la Vanne, est surmontée d'argile à silex assez perméable. Au contraire, au Loing et au Lunain, le sol est très perméable et à peu près dépourvu d'argile.

5° Nous n'avons pu encore trouver de relation entre la présence de bétoires et la radioactivité des sources. On peut supposer qu'à travers ces cheminées d'effondrement et d'érosion constituant les bétoires, l'émanation peut mieux se dégager quand la pression barométrique baisse. Si l'on compare les sources Saint-Thomas et Villemer il semble, étant donné que le périmètre de la source Villemer est sillonné de bétoires, et non celui de Saint-Thomas, que la relation n'est pas apparente dès maintenant. Nous nous proposons de continuer cette étude.

Dans aucune de ces eaux nous n'avons trouvé de radium. Pour faire cette étude nous avons fait passer un courant d'air à travers l'eau pendant 8 jours afin d'en chasser l'émanation. Puis le flacon est rebouché le mieux possible et abandonné pendant 8 jours pour permettre au radium, s'il y en a, de dégager de nouveau de l'émanation. Chaque fois les résultats furent négatifs.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les composés pyrophosphoriques.* Note de M. J. Cavalier, présentée par M. Troost.

La formule généralement admise pour l'acide pyrophosphorique est $P^2O^7H^4$ et en fait un acide tétrabasique.

Il existe, en effet, quatre séries de sels. La plupart des pyrophosphates métalliques bien définis ont les formules $P^2O^7M^2H^2$ et $P^2O^7M^4$; les sels mono et trimétalliques sont beaucoup plus rares et moins bien définis : toutefois, l'existence des sels mono et trisodiques est aujourd'hui nettement établie [1]. D'autre part, il n'a pas été signalé de sels plus complexes

(1) Salzer, *Archiv. de Pharm.*, t. CCXXXII, 1894, p. 368, et *Bul. Soc. chim.*, 3e série, t. XII, 1894, p. 1445.
Giran, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 1500.

comme en présente l'acide métaphosphorique. Enfin, Gladstone ([1]) a décrit un dérivé monoamidé $P^2O^3(OH)^3(NH^2)$ et un dérivé diamidé $P^2O^3(OH)^2(NH^2)^2$ de l'acide pyrophosphorique.

Cet ensemble de faits, peu nombreux, s'accorde bien avec la formule habituelle.

Il était intéressant de la contrôler par des déterminations de poids moléculaires.

Jusqu'ici on n'a pris la densité de vapeur d'aucun dérivé pyrophosphorique. Un seul a donné lieu à une recherche cryoscopique : Raoult ([2]) a mesuré l'abaissement du point de congélation de la dissolution dans l'eau du pyrophosphate neutre de sodium; en prenant pour poids moléculaire $P^2O^7Na^4 = 266$, il a trouvé un abaissement moléculaire égal à 45,8.

La cryoscopie de solutions aqueuses d'électrolytes ne permet pas, à elle seule, de conclure avec certitude la valeur d'un poids moléculaire. Je me suis adressé alors aux dérivés organiques, aux *éthers pyrophosphoriques*. Celui d'éthyle seul a été signalé par de Clermont ([3]).

J'ai préparé les pyrophosphates neutres des alcools *éthylique, propylique normal* (propanol), *isopropylique* (propanol-2), *butylique normal* (butanol), *amylique* (méthyl-2 butanol-4) et *allylique* (propénol).

On met en présence l'iodure correspondant et du pyrophosphate tétrargentique en léger excès; suivant les cas, on modère avec de l'éther anhydre ou au contraire on amorce en chauffant légèrement; on reprend par l'éther, on évapore d'abord au bain-marie, finalement dans le vide sans dépasser 100°.

La réaction donne de bons résultats pour les composés d'éthyle, de propyle normal, de butyle et d'amyle.

Les produits obtenus avec ceux d'isopropyle et d'allyle sont sirupeux et partiellement décomposés.

Les éthers pyrophosphoriques sont des liquides dont l'odeur rappelle celle des orthophosphates correspondants.

Ils se décomposent par la chaleur et ne peuvent être distillés. Ils sont solubles dans le benzène, le sulfure de carbone, le tétrachlorure de carbone, l'éther. Seul, le composé éthylique est soluble dans l'eau; mais la liqueur est fortement acide : il se produit soit une saponification, soit plutôt une combinaison avec formation d'un composé ortho.

([1]) *Bul. Soc. chim.*, t. III, 1864, p. 112, et t. XII, 1869, p. 38 et 237.

([2]) *Comptes rendus*, t. XCVIII, 1884, p. 511.

([3]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XLIV, p. 331.

Parmi les dissolvants cryoscopiques usuels on ne peut donc employer l'eau. Avec l'acide acétique, on doit craindre aussi une action décomposante; j'ai vérifié, en effet, que des produits analogues, les éthers *orthophosphoriques*, donnent dans l'acide acétique des abaissements trop forts.

J'ai employé le benzène, après m'être assuré qu'il donnait avec les orthophosphates des abaissements normaux (¹).

Les nombres obtenus ainsi pour les poids moléculaires sont les suivants :

Pyrophosphate de	Trouvé.	Calculé.
Éthyle $P^2O^7(CH^2-CH^3)^4$	302	290
Propyle $P^2O^7(CH^2-CH^2-CH^3)^4$	347	346
Isopropyle $P^2O^7\left(CH\begin{matrix}\diagup CH^3\\ \diagdown CH^3\end{matrix}\right)^4$	500	346
Butyle $P^2O^7(CH^2-CH^2-CH^2-CH^3)^4$	354	402
Amyle $P^2O^7(CH^2-CH^2-\underset{\vert\ CH^3}{CH}-CH^3)^4$	418	458
Allyle $P^2O^7(CH^2-CH=CH^2)^4$	410	338

Sauf pour les deux produits partiellement décomposés (isopropyle et allyle) qui donnent des résultats trop forts, la concordance est suffisante, et permet de conclure que *les pyrophosphates alcooliques ont un poids moléculaire correspondant bien à la formule* $P^2O^7R^4$.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les iodomercurates de baryum.* Note de M. A. DUBOIN, présentée par M. Troost.

J'ai préparé, par le même procédé que les liqueurs saturées d'iodomercurates de calcium et de strontium (²), la solution saturée d'iodomercurate de baryum.

Cette liqueur a déjà été préparée par Rohrbach (³), qui a trouvé qu'elle constitue une des liqueurs les plus denses connues ($d = 3,56$), et qui a étudié ses autres propriétés physiques.

J'ai déterminé sa composition :

	I. (pour 100)	II. (pour 100)
Baryum	12,14	12
Mercure	23,32	23,40
Iode	52,05	52,16

(¹) *Travaux scientifiques de l'Université de Rennes*, 1904.

(²) *Comptes rendus*, 1906, t. CXLII, p. 395 et p. 573.

(³) *Annalen der Physik und Chemie*, 1883, t. XX, p. 169.

qui peut se traduire par la formule BaI^2, 1,33 HgI^2, 7,76 H^2O.

C'est un mélange de deux iodures solubles dans l'alcool à 96°; la solution saturée a pour densité 2,76 à 23°,5.

Cette liqueur saturée de bioxyde de mercure vers 70° laisse déposer par refroidissement de l'oxyde de mercure et de petits cristaux ayant pour formule BaI^2, 5HgI^2, 8H^2O. Leur densité à 0° est 4,63, ils ressemblent aux sels correspondants de calcium et de strontium, mais sont plus altérables et deviennent rouges à la longue, même en tubes scellés.

	I.	II.		Calculé.	
Baryum	5,078	4,87	5,108	4,86	4,880
Mercure	54,029		54,16		54,331
Iode	35,07		34,96		35,650
Eau	»		»		5,133

Quelquefois la liqueur surnageante se prend en masse et les cristaux, bien égouttés, sont un hydrate d'un sel contenant 3^{mol} d'iodure de mercure pour 2^{mol} d'iodure de baryum (¹).

J'ai obtenu un autre hydrate défini en abandonnant à une température voisine de — 9° une liqueur ayant pour composition :

Baryum	11,67 pour 100	11,76 pour 100
Mercure	22,41 »	22,14 »
Iode	49,59 »	49,82 »

Soit BaI^2, 1,30 HgI^2, 10,41 H^2O.

Cet hydrate se présente sous forme d'un agrégat de gros prismes à 4 pans, se pénétrant de façon que leurs arêtes homologues restent parallèles. Ils ont pour formule 2BaI^2, 3HgI^2, 16H^2O.

	Trouvé.		Calculé.
Baryum	10,86	10,93	11,266
Mercure	24,43	24,34	24,671
Iode	52,12	52,17	52,220
Eau	»	»	11,842

Leur densité à 0° est voisine de 4; ils fondent lorsque la température s'élève.

J'ai encore trouvé un autre sel par l'évaporation d'une dissolution dont la composition était :

Baryum	13,95	13,96	14,03	13,99
Mercure	19,16	19,09	»	»
Iode	50,22	»	»	»

Soit HgI^2, 1,07 BaI^2, 9,71 H^2O.

(¹) Ba 11,61, 11,64 pour 100; Hg 24,62, 24,70 pour 100; I 52,28, 52,49 pour 100.

Cette liqueur évaporée sous une cloche, en présence d'acide sulfurique, laisse déposer des cristaux prismatiques, très déliquescents, dont la densité à o est voisine de 4,06; l'analyse leur assigne la formule

$$3BaI^2, 5HgI^2, 21H^2O.$$

	Trouvé.				Calculé.
Baryum	10,84	10,95	10,77	10,85	10,756
Mercure	25,93	25,61	»	»	26,171
Iode	52,97	53,30	»	»	53,179
Eau	»	»	»	»	9,892

Ce sel a son correspondant dans un iodomercurate de magnésium et un iodomercurate de manganèse.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les ferromolybdènes purs.* Note de M. Ém. Vigouroux, présentée par M. H. Moissan.

Bien que nombre d'auteurs ([1] à [4]) aient constaté la présence du molybdène dans les produits sidérurgiques, nous ne connaissons qu'un seul composé défini, Fe^3Mo^2, retiré par MM. A. Carnot et Goutal ([5]) de deux échantillons d'aciers à 2,5 et 3,4 pour 100 de molybdène ([6]).

Nos travaux ayant amené des résultats peu concordants, pour la re-

(1) Stromeyer, *An. Ph. Chem. Pogg.*, t. XXVIII, 1833, p. 551.

(2) Heine, *J. prakt. Chem.*, t. IX, 1836, p. 176.

(3) Steinberg, *id.*

(4) Stavenhagen et Schuchard, *Ber. chem. Gesell.*, t. XXXV, 1902, p. 909. — Ces derniers préparent, par des procédés aluminothermiques spéciaux, 20 alliages différents : W/Co, Mo/Fe, U/Mn, etc., mais ils ne donnent ni formule, ni analyse, ni propriété.

(5) A. Carnot et Goutal, *Comptes rendus*, t. CXXV, 1897, p. 215, et *Contribution à l'étude des alliages*, p. 514.

(6) Steinacker (*Thèse*, Göttingen, 1861) aurait retiré $FeMo^2$ du molybdate

$$Fe^2O^3.4MoO^3.7H^2O$$

chauffé dans l'hydrogène. Mais, si l'on considère que ses $7H^2O$ ont été enlevés par la chaleur, et son oxygène par l'hydrogène réducteur, on voit que le résidu ne doit plus contenir que les deux métaux forcément dans les proportions Fe^1 pour Mo^2. Du reste, sa poudre, qui est magnétique, imparfaitement soluble dans l'acide chlorhydrique avec dégagement gazeux, ne partage pas les propriétés du composé $FeMo^2$ que nous avons préparé.

cherche des composés définis, à l'étude de ces complexes produits d'analyse dérivés de fontes ou d'aciers généralement issus d'appareils (haut fourneau, bessemer, creuset) alimentés de substances impures, nous avons substitué celle des ferromolybdènes de synthèse purs, formés avec des corps que nous avons cherché à produire dans le plus grand état de pureté.

Nos matières premières sont : l'oxyde de fer que nous préparons en partant de clous à ferrer (clous de Suède, marque étoile); nous les dissolvons dans l'acide chlorhydrique et, après insolubilisation de la silice et reprise par le même acide, nous traitons la liqueur par l'hydrogène sulfuré qui ne décèle généralement rien, puis par l'ammoniaque, en nous plaçant dans les conditions connues pour que le fer soit précipité exempt de manganèse; nous calcinons son oxyde pour avoir soit Fe^2O^3 soit Fe^3O^4. Nous transformons encore ces clous en azotate que nous décomposons ensuite par la chaleur, puis chauffons fortement avec du carbonate de potasse additionné d'un peu de chlorate, dans un récipient en tôle souple placé lui-même à l'intérieur d'un creuset en terre. Les silicate et manganate vert formés sont enlevés par l'eau. Notre oxyde de fer ne décèle plus trace de manganèse lorsque nous l'essayons à l'aide du procédé de M. Osmond. L'oxyde de molybdène provient du molybdate d'ammoniaque cristallisé pur qui est décomposé par la chaleur, puis réduit dans l'hydrogène à l'état de MoO^2. L'aluminium industriel, coulé spécialement pour notre usage sous forme de cylindres, indique un titre très voisin de 100 et se trouve absolument exempt de cuivre et de silicium. Par nos soins, il est fragmenté avec une râpe douce et sa limaille, plus ou moins fine suivant les besoins, est dépouillée de quelques rares particules de fer au moyen d'un fort électro-aimant.

Nos préparations s'effectuent : 1° par l'aluminothermie généralement, en mettant en œuvre, dans les creusets en magnésie pure comprimée, des mélanges des trois poudres précédentes en proportions variables, le comburant de l'amorce étant apporté par l'anhydride molybdique et l'aluminium étant incorporé toujours en défaut, nos recherches ne devant porter que sur des ferromolybdènes absolument exempts de ce réducteur. Toutefois une analyse, si minutieuse paraisse-t-elle, pouvant laisser inaperçues des traces infimes de ce métal, susceptibles de fausser nos résultats, nous les vérifions en formant également nos alliages; 2° par action directe sur les éléments, exempts par suite de leur origine même de traces d'aluminium : fer chimiquement pur provenant du Fe^2O^3 précédent réduit par l'hydrogène dans un tube en porcelaine revêtu intérieurement d'une gaine en tôle; molybdène chimiquement pur, obtenu de la même façon. Leur mélange intime est fortement comprimé puis posé sur des nacelles de magnésie, à l'intérieur de tubes en porcelaine parcourus par de l'hydrogène pur et

sec. Un four Schlœsing, porté à sa température maxima, permet de les amener à réaction et à fusion, une pince thermo-électrique introduite, une fois pour toutes, dans un de nos tubes de composition identique, très fortement chauffé, ayant montré qu'ils étaient capables de supporter une température atteignant 1450°, sans se ramollir au point de laisser échapper le contenu des nacelles.

Nous avons pu préparer ainsi une série d'alliages à teneurs allant jusqu'à 75,50 pour 100 (1); alliages fondus, cassants, et d'autant plus que leur teneur est plus élevée; nous avons réussi à en isoler : Fe^2Mo renfermant 46,20 pour 100 de molybdène; Fe^3Mo^2 à 53,37 pour 100; FeMo à 63,20 pour 100 et $FeMo^2$ à 77,45 pour 100 (2). Ces corps se caractérisent par leur forme quelquefois cristalline, par leur contraction (la différence entre leur densité trouvée et leur densité calculée est assez grande), par leur non-magnétisme; ils sont gris, insolubles dans l'acide chlorhydrique et complètement solubles dans l'acide azotique froid ou chaud, étendu ou concentré. Point digne de remarque : chacun d'eux se trouve au sein de ferromolybdène renfermant du fer libre. Ce fait, la même expérience répétée sur un grand nombre de lingots nous l'a rendu manifeste : lorsque l'on traite ces derniers en poudre par l'acide chlorhydrique étendu, une action se déclare, rapide parfois, avec dégagement d'hydrogène; dès qu'elle cesse, nous constatons que la liqueur d'attaque ne décèle que la présence du fer sans molybdène. S'il en est ainsi, les ferromolybdènes non définis sont magnétiques. Nous en avons soumis un certain nombre (plus de 20) à l'épreuve du barreau aimanté et notre prévision est venue se confirmer d'une façon complète : tous nos ferromolybdènes sont attirés plus ou moins.

Conclusions. — 1° Par union directe du fer et du molybdène soit à l'état naissant, soit à l'état libre, nous formons une série de ferromolybdènes purs, fondus, atteignant des teneurs voisines de 80 pour 100; 2° ces ferromolybdènes abandonnent quatre corps répondant à des formules de composés définis; 3° Fe^2Mo doit constituer le composé défini inférieur susceptible de prendre naissance dans les ferromolybdènes de synthèse, attendu que d'un lingot à 12,50 pour 100 (renfermant suffisamment de fer pour former $Fe^{12}Mo$), l'acide chlorhydrique n'a pu dissoudre que du fer, sans trace de molybdène et son action n'a cessé que lorsque le résidu a eu atteint le titre de 46,20 pour 100.

---

(1) Nous avons même dépassé des teneurs de 80 pour 100, mais de tels culots, bien que fondus, ne nous paraissaient pas d'une homogénéité parfaite.

(2) De plus, d'un lingot à 77,80 pour 100, par le chlorure cuivrique l'attaquant de façon à le réduire de moitié, nous avons isolé la poudre grise $FeMo^8$ et cette dernière, après avoir été rongée aux trois quarts par le même liquide, laissait encore $FeMo^8$ comme second résidu gris.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Influence de la juxtaposition dans une même molécule de la fonction cétonique et de la fonction acide.* Note de M. **L.-J. Simon**, présentée par M. H. Moissan.

Dans une Note récente, j'ai montré que l'action de l'acide pyruvique sur l'uréthane était une réaction d'équilibre comparable à l'éthérification d'un acide par un alcool,

$$CH^3-CO-CO^2H+2NH^2-CO^2C^2H^5 \rightleftarrows H^2O+CH^3-\underset{\displaystyle CO^2C^2H^5-NH \quad NH-CO^2C^2H^5}{C}-CO^2H$$

L'acide diuréthanepyruvique, insoluble dans l'eau, y disparaît lentement à froid, rapidement à chaud en se décomposant, et, inversement, l'évaporation de l'eau à froid dans le vide ou au bain-marie permet de récupérer l'acide initial. Qu'arrive-t-il avec d'autres solvants ou avec les dérivés les plus immédiats de l'acide?

I. En présence d'alcool les choses se passent tout différemment.

L'acide se dissout rapidement à froid; à chaud, il se dissout abondamment; par refroidissement, l'excès cristallise, d'ailleurs lentement. L'évaporation de l'alcool permet de récupérer l'acide; par addition d'eau, il ne précipite pas. On ne peut déceler, dans le solution alcoolique, la présence d'acide pyruvique libre comme on pouvait le faire au sein de l'eau.

La solution alcoolique permet d'obtenir aisément les sels d'aniline, de paratoluidine et de phénylhydrazine. Ces sels sont tous trois anhydres, tout à fait blancs et bien cristallisés. Les deux premiers sont infusibles et décomposables à des températures voisines 122° et 128°; le dernier fond sans décomposition à 125°. Pour les deux premiers, le rendement est quantitatif; pour le dernier, le rendement est encore très avantageux, mais légèrement diminué par suite d'une particularité curieuse.

Le sel de phénylhydrazine présente la réaction suivante. Porte-t-on au voisinage de l'ébullition une solution aqueuse de ce sel préparée à froid, il s'y développe une belle cristallisation en longues aiguilles de phénylhydrazone pyruvique.

$$CH^3-\underset{\displaystyle CO^2C^2H^5-NH \quad NH-CO^2C^2H^5}{C}-CO^2H.NH^2-NH-C^6H^5 = CH^3-\underset{\displaystyle \| \atop N-NH-C^6H^5}{C}-CO^2H+2NH^2CO^2C^2H^5$$

Cette réaction, immédiate si l'on chauffe, se produit même à froid, mais plus lente-

ment. La méthode cryoscopique permet de constater que le point de congélation de l'eau est le même avant et après la chauffe et correspond à l'existence au sein de la solution de deux molécules. Avant la chauffe, ces molécules sont celle de l'acide et celle de la base; après la chauffe, ces molécules sont les deux molécules d'uréthane régénéré. La réaction est intégrale comme on peut le vérifier en filtrant et pesant l'hydrazone insoluble formée.

Ces apparences illustrent le contraste de la stabilité que présente l'acide diuréthanepyruvique en solution alcoolique et de la décomposition qu'il subit au sein de l'eau.

II. *Diuréthanepyruvate d'éthyle.* — L'acide diuréthanepyruvique est stable en solution alcoolique; il ne se scinde pas en acide pyruvique et uréthane; il ne s'unit pas non plus à l'alcool pour s'éthérifier. D'autre part, le pyruvate d'éthyle ne se combine pas directement à l'uréthane : celui-ci peut y cristalliser, mais il ne s'y unit pas. Le mélange des trois substances — acide pyruvique, alcool, uréthane — peut donc fournir le pyruvate d'éthyle par éthérification, l'acide diuréthanepyruvique par condensation directe, et cela par des réactions d'équilibre comparables, mais de leur triple conjonction ne peut résulter, *directement*, le diuréthanepyruvate d'éthyle. Celui-ci se produit, au contraire, si l'on fait intervenir l'acide chlorhydrique dans l'action simultanée ou consécutive de ces trois substances.

$$\begin{array}{c} CH^3-C-CO^2H \\ CO^2C^2H^5-NH \quad NH.CO^2C^2H^5 \end{array} + C^2H^5OH = H^2O + \begin{array}{c} CH^3-C-CO^2C^2H^5 \\ CO^2C^2H^5-NH \quad NH-CO^2C^2H^5 \end{array}$$

$$CH^3-CO-CO^2C^2H^5 + 2NH^2-CO^2C^2H^5$$

Cet éther est un corps cristallisé, blanc, très soluble dans l'alcool, fondant à 109° et distillant sans décomposition à 179° sous pression réduite.

Cet éther est peu soluble dans l'eau chaude, mais il y cristallise sans aucune décomposition. Cette décomposition par l'eau chaude est au contraire immédiate en présence d'acide chlorhydrique qui provoque à la fois la saponification de l'éther et la décomposition du produit uréthanique, c'est-à-dire qu'il restitue le mélange d'acide, d'alcool et d'uréthane qui ne s'étaient unis que grâce à son intervention.

III. *Diuréthanepyruvate de potassium.* — L'acide diuréthanepyruvique, décomposable par l'eau, se dissout au contraire très facilement dans la

potasse aqueuse pour donner après évaporation de l'eau au bain-marie un sel bien défini, très soluble dans l'eau et l'alcool. Ce sel ne peut être obtenu par l'action directe de l'uréthane sur le pyruvate de potassium. L'uréthane ne s'unit pas plus au pyruvate de potassium qu'au pyruvate d'éthyle. Corrélativement le diuréthanepyruvate de potassium présente au sein de l'eau la même stabilité que l'éther, et cette corrélation mérite peut-être de retenir l'attention.

Le sel de potassium peut être chauffé au bain-marie sans s'altérer; il renferme de l'eau de cristallisation ($1,5\,H^2O$) et peut être déshydraté à l'étuve à 110°-115° sans décomposition.

On peut en récupérer l'acide par addition d'un acide minéral à condition d'opérer à froid et en solution concentrée.

Il y a une perte dans cette récupération lorsqu'on laisse la température s'élever ou lorsque la dilution augmente. Dans tous les cas où l'on observe ce déchet, on peut déceler dans l'eau mère la présence d'acide pyruvique. Ce déchet augmente beaucoup en présence d'alcool. C'est pourquoi, dans la saponification de l'éther, on ne peut revenir à l'acide qu'après avoir chassé entièrement l'alcool et une grande partie de l'eau.

Les apparences que j'ai observées n'ont été signalées pour aucun des produits de condensation de l'uréthane qu'on pourrait rapprocher de celui-ci : elles soulignent, comme je l'ai déjà fait à maintes reprises, l'importance de la juxtaposition de la fonction acide et de la fonction cétonique dans la molécule pyruvique, la plus simple de celles où cette juxtaposition puisse se rencontrer.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation des amides acétyléniques avec les phénols. Méthode générale de synthèse d'amides éthyléniques β-oxyphénolés.* Note de MM. **Ch. Moureu** et **J. Lazennec**, présentée par M. H. Moissan.

Nous avons montré dernièrement (*Comptes rendus*, 5 février 1906) que les nitriles acétyléniques pouvaient être condensés avec les alcools et les phénols, avec formation de produits d'addition résultant de la fixation de molécules alcooliques ou phénoliques sur la liaison acétylénique. Les amides acétyléniques $R - C \equiv C - CO\,Az\,H^2$ sont susceptibles de donner des produits de condensation analogues. Nous décrirons, dans cette Note, les résultats de nos expériences avec les phénols, qui nous ont fourni quelques composés bien définis.

D'une manière générale, nous avons employé le mode opératoire suivant :

On dissout à chaud du sodium (1^{at}) dans un excès de phénol employé, et, à cette liqueur, chauffée vers 130°, on ajoute l'amide (1^{mol}) dissoute dans un peu de phénol chaud; la masse se colore peu à peu en brun plus ou moins foncé. Après avoir chauffé le mélange vers 140° pendant quelques heures, on élimine la majeure partie du phénol en excès par distillation dans le vide, et l'on reprend le résidu par l'éther ou le benzène. On élimine les dernières traces de phénol par des lavages à la soude étendue, on sèche la liqueur et l'on évapore le solvant; le résidu constitue l'amide phénoxylée, qui tantôt est huileuse et tantôt peut être obtenue cristalline.

Voici les composés que nous avons ainsi préparés :

	Points de fusion.
Amide β-amyl-β-orthocrésoxyacrylique $C^5H^{11}-C(OC^6H^4-CH^3)=CH-COAzH^2$	huile
» β-hexyl-β-phénoxyacrylique $C^6H^{13}-C(OC^6H^5)=CH-COAzH^2$	huile
» β-phényl-β-phénoxyacrylique $C^6H^5-C(OC^6H^5)=CH-COAzH^2$	195°-197°
» β-phényl-β-orthocrésoxyacrylique $C^6H^5-C(OC^6H^4-CH^3)=CHCOAzH^2$	168°
» β-gaïcacoxyacrylique $C^6H^5-C(OC^6H^4-OCH^3)=CH-COAzH^2$	158°

Quant à la constitution de ces corps, elle est nettement établie par l'examen de leurs produits d'hydrolyse. Sous l'action à chaud de l'acide sulfurique à 10 pour 100, ils sont totalement dédoublés, après quelques heures d'ébullition à reflux, en acétone correspondante et phénol correspondant. L'amide hexylphénoxyacrylique, par exemple, fournit ainsi de la méthylhexylcétone et du crésol; conformément à l'équation suivante

$$\underbrace{C^6H^{13}-C(OC^6H^5)=CH-COAzH^2}_{\text{Amide hexyl-phénoxy-acrylique.}} + 2H^2O$$

$$= \underbrace{C^6H^{13}-CO-CH^3}_{\text{Méthylhexylcétone.}} + \underbrace{C^6H^5\begin{matrix}\diagup CH^3\\ \diagdown OH\end{matrix}}_{\text{Phénol.}} + AzH^3 + CO^2.$$

MINÉRALOGIE. — *Genèse d'un minerai de fer par décomposition de la glauconie.* Note de M. L. CAYEUX, présentée par M. Michel Lévy.

On a exploité pendant longtemps dans l'arrondissement de Vouziers, et notamment à Grandpré (Ardennes), un minerai en grains, subordonné à l'Aptien et souvent désigné sous le nom de *minerai de fer hydroxydé oolithique.* Il formait des couches d'une épaisseur moyenne de 1^m à $1^m,50$ et quelquefois de $2^m,50$ à 3^m. Selon Sauvage et Buvignier, les éléments ferrugineux constituaient généralement le tiers du volume de la masse argilo-

sableuse qui les renfermait. Le dépôt était fréquemment beaucoup plus riche et pouvait produire jusqu'aux $\frac{3}{5}$ de minerai bon à fondre.

Le minerai de Grandpré renferme des minéraux variés auxquels s'ajoutent des organismes et un ciment dans les échantillons cohérents. Seuls les minéraux retiendront notre attention.

Les matériaux nettement clastiques sont représentés par une proportion très variable, toujours notable et parfois très élevée de grains de quartz anguleux ou arrondis de toutes dimensions; les plus gros mesurent jusqu'à 2^{mm} et 3^{mm} de diamètre. L'orthose y figure à l'état de particules plus ou moins altérées.

Les minéraux les plus répandus sont la *limonite* et la *glauconie*. C'est par le dernier élément que je commencerai l'étude micrographique du minerai de Grandpré.

Glauconie. — L'examen des échantillons fait supposer qu'elle est très clairsemée dans le dépôt. On constate au microscope qu'elle est effectivement beaucoup moins répandue que la limonite. Elle fournit des sections arrondies, elliptiques ou très irrégulières. Ses propriétés ne diffèrent en rien de celles de la glauconie des roches siliceuses (¹). Son apparence finement granulée mérite seule une mention. La glauconie du minerai présente son maximum d'intérêt quand elle est en voie d'altération; ses principales manières d'être sont les suivantes :

1. Certains individus, dont la couleur verte vire au brun à la surface, n'ont subi qu'un léger commencement d'altération; d'autres, essentiellement ferrugineux, montrent, au milieu de la matière brune qui les envahit, de petits noyaux verts très irréguliers qui ont échappé à la destruction.
2. L'altération est localisée sur le bord de larges fentes qui traversent les grains.
3. Elle se fait simultanément en divers points isolés, répartis à l'intérieur des éléments, et le pourtour reste intact ou non.
4. La transformation n'affecte que la région centrale des corps glauconieux et la surface ne subit aucune décomposition.
5. Des grains deviennent vert brunâtre, par suite d'un commencement d'altération de tout le minéral. Il existe de nombreux termes de passage entre les individus franchement verts et les éléments ferrugineux qui constituent le minerai.

En conséquence, tous les minéraux partiellement ferrugineux correspondent à des grains de glauconie, plus ou moins décomposés et transformés en limonite.

(¹) L. Cayeux, *Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires*, 1897 : *Étude de la glauconie des roches siliceuses*, p. 163.

Limonite. — La plus grande partie des grains ferrugineux ne laissent voir aucun vestige de glauconie. Il n'en est pas moins certain que toute la limonite du dépôt dérive de ce minéral.

1. Les grains de limonite ont la même forme et le même volume que ceux de glauconie.
2. On retrouve dans tous les individus exclusivement ferrugineux la structure grenue dont j'ai noté l'existence dans la glauconie intacte ou en voie de décomposition.
3. Quand on fait séjourner le minerai dans l'acide chlorhydrique chaud pendant quelques minutes, le liquide se charge rapidement d'oxyde de fer, les éléments ferrugineux perdent leur couleur brune et verdissent peu à peu, pour prendre finalement l'apparence de grains de glauconie. D'où le fond même de tous les corps ferrugineux est un élément glauconieux, masqué par la limonite secondaire qui en procède par décomposition.

Il résulte, avec évidence, de ces faits, que le minerai de Grandpré s'est formé aux dépens d'un dépôt originellement très glauconieux, dont la glauconie s'est altérée et transformée, en grande partie, en limonite. C'est le seul minerai de fer de France qui dérive directement de la glauconie. Sa structure et son origine l'éloignent des minerais oolithiques avec lesquels il avait été confondu.

BOTANIQUE. — *Note préliminaire sur les globoïdes et certaines granulations des graines, ressemblant par quelques-unes de leurs propriétés aux corpuscules métachromatiques.* Note de MM. **J. Beauverie** et **A. Guilliermond**, présentée par M. Gaston Bonnier.

L'un de nous a attiré l'attention sur le rôle important que paraissaient jouer les corpuscules métachromatiques chez les Protistes et notamment dans les Champignons. Ces grains de sécrétion, caractérisés par leur vive affinité pour les colorants ainsi que par leur métachromasie, se rencontrent, en effet, en très grande abondance chez la plupart des Protistes (Champignons, Cyanophycées, Bactéries, Diatomées, Protozoaires, etc...). Arthur Meyer, qui a recherché leur nature chimique, a émis l'opinion que les corpuscules métachromatiques étaient constitués par une combinaison d'acide nucléique avec une base organique inconnue : il désigne leur substance sous le nom de grains de volutine et il mentionne la présence d'une substance voisine de la volutine dans les globoïdes de *Ricinus communis*. Les globoïdes renfermeraient donc, en même temps que le glycéro-

phosphate de Ca et de Mg que l'analyse chimique a révélé, une substance albuminoïde voisine de la volutine. Meyer n'insiste pas sur cette question.

1° Si l'on colore au bleu Unna des coupes de graines de *Ricinus communis* fixées à l'alcool, on obtient une coloration rouge vineux des globoïdes. Ceux-ci se présentent avec des caractères très voisins des corpuscules métachromatiques ; ils sont disposés autour du cristalloïde de protéine qui généralement ne se colore pas ou prend une teinte bleu pâle et ils offrent l'aspect de globules de dimensions très variables, les uns très gros, les autres extrêmement petits ; parfois, ils ont un contour plus ou moins lobé. La partie périphérique des globoïdes est généralement plus fortement colorable que le centre, comme cela s'observe dans les corpuscules métachromatiques. Outre cette zone externe, on remarque parfois, au centre, un petit granule très colorable ; même les globoïdes se montrent souvent constitués de plusieurs zones concentriques fortement colorables alternant avec des zones pâles, ce qui semble indiquer l'existence de zones de concentration différentes. La coloration des globoïdes est extrêmement délicate, ce qui les distingue des corpuscules métachromatiques qui fixent les colorants avec la plus grande facilité. Ils paraissent s'altérer par la chaleur et il est difficile de les étudier dans les coupes à la paraffine ; aussi est-il préférable d'employer les coupes au collodion. Les globoïdes se colorent, en outre, par le bleu de méthylène et présentent une très légère métachromasie, beaucoup moins accusée que celles des corpuscules métachromatiques. Ils ne fixent pas l'hémalun qui donne au contraire une coloration intense aux corpuscules métachromatiques. Ils présentent la réaction I de Meyer, que cet auteur considère comme un des caractères les plus importants des corpuscules métachromatiques, c'est-à-dire qu'ils restent colorés par le bleu de méthylène après traitement par une solution aqueuse à $\frac{1}{100}$ de SO^4H^2, mais la solution de SO^4H^2 paraît exercer une action sur eux, car ils se pulvérisent à son contact.

Nous avons étudié les globoïdes dans un certain nombre de graines (Noix, *Bertholetia,* Lupin blanc) et partout nous les avons retrouvés avec les mêmes caractères. Dans le Lupin, cependant, où il n'existe pas de cristalloïdes, les globoïdes sont répartis dans toute la masse du grain d'aleurone sous forme de très petites granulations.

Nous avons observé la manière dont se comportent les globoïdes pendant la germination, dans le Ricin. Dès les premiers jours, on constate d'abord un gonflement des globoïdes, puis ceux-ci paraissent se fragmenter et subir comme une pulvérisation : ils se disposent alors tout autour du cristalloïde, tandis que ce dernier se fragmente à son tour et se dissout peu à peu. Pendant qu'au sein de la substance amorphe, le cristalloïde est en voie de dissolution, la quantité des corpuscules, provenant des globoïdes primitifs, paraît s'accroître ; ces corpuscules sont, en effet, sensiblement plus nombreux pendant la germination que dans la graine non germée. Toutes ces modifications sont surtout appréciables après 48 heures de germination. En outre, on constate souvent, dans le cytoplasme des cellules de l'albumen, l'apparition de fines granulations métachromatiques présentant à peu près les mêmes caractères que les globoïdes. Au bout de 8 jours, les cristalloïdes ont complètement disparu, de même que les globoïdes. Au cours de la germination, le noyau subit des modifications importantes : dans la graine non germée, il est très granuleux avec un contour amiboïde. Il se gonfle au début de la germination : puis, après 48 heures, il se transforme en une

grosse vésicule avec un énorme nucléole et quelques granules chromatiques disposés au voisinage de la membrane nucléaire dans le nucléoplasme. L'huile est absorbée moins rapidement que les réserves albuminoïdes : elle ne commence à diminuer que vers le sixième jour.

2° Nous avons eu l'occasion de rencontrer dans les graines de quelques Graminées (orge, seigle, maïs) des granulations présentant par leurs formes ainsi que par leurs caractères de coloration de grandes analogies avec les globoïdes. Ce sont de petites granulations sphériques, dont les unes ont des dimensions moyennes et dont les autres sont à l'état de fines ponctuations. Elles s'observent dans toutes les cellules de l'assise protéique et dans la plupart des cellules du cotylédon. Dans l'assise protéique elles sont réparties en quantité considérable dans toutes les cellules; elles sont également très nombreuses dans les cellules du parenchyme du cotylédon : ces dernières présentent un noyau placé au centre et un cytoplasme plus ou moins alvéolaire rempli de granulations métachromatiques. On remarque dans ces cellules, en même temps que ces granulations, des grains d'amidon transitoire dont la présence avait déjà été signalée par Brown et Morris; on y observe également une grande quantité d'huile. Les granulations métachromatiques sont moins nombreuses et moins grosses dans l'assise externe du cotylédon, celle qui, avec l'assise protéique, jouerait le principal rôle dans l'élaboration de l'amylase, d'après Brown et Morris; mais elles y existent à l'état de très fines ponctuations. Les granulations sont solubles par l'acide acétique comme les globoïdes : elles se colorent en rouge vineux par le bleu Unna et le violet de gentiane, et en bleu foncé, violacé par le bleu de méthylène : la métachromasie est avec ce dernier colorant plus accentuée que dans les globoïdes. Elles présentent à peu près la forme des globoïdes et ont une paroi fortement colorable et un centre qui reste très pâle, avec parfois un granule central. Leur coloration s'effectue un peu plus facilement que celle des globoïdes.

On rencontre ces granulations dans les graines non germées; elles persistent jusqu'après la digestion complète de l'albumen : à partir de ce moment elles disparaissent complètement.

BOTANIQUE. — *Le* Khaya *de Madagascar*. Note de MM. **H. Jumelle** et **H. Perrier de la Bathie**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Le genre *Khaya* n'est actuellement bien connu que sur la côte occidentale d'Afrique, où il est représenté par deux espèces : le *Khaya senegalensis* Juss, qui est le *cail-cédra* ou *acajou du Sénégal*, et le *Khaya anthotheca* D. C., qui, dans l'Angola, est le *cababa* des Mahungos. Sur la côte orientale, ce n'est qu'avec doute que la présence de la première de ces deux espèces est admise par Oliver, d'après des spécimens très incomplets, recueillis par Speeke et Grant dans la région du Nil Blanc et par le Dr Meller dans le Zambèze.

Cette incertitude sur l'extension du genre au delà de l'Afrique occidentale n'en rend, croyons-nous, que plus intéressante la découverte de la troisième espèce que nous signalons aujourd'hui et qui appartient, celle-ci, à la flore de Madagascar, où elle est, dans l'Ambongo et le Boina, un des *hazomena*, ou « bois rouges » des Sakalaves.

Son bois a été quelquefois exporté au Havre, où il a été rapproché de celui de l'*aucoumé* du Gabon (*Aucoumea Klaineana*), et vendu aux mêmes prix.

C'est un grand et bel arbre de 20^{m} à 30^{m} de hauteur, à tronc très droit et cylindrique, dont l'écorce est brunâtre, maculée de gris.

Les feuilles, qui sont surtout groupées aux extrémités des rameaux, sont plus petites sur les vieux pieds que sur les jeunes. Sur ces derniers, elles peuvent avoir 1^{m} de longueur et 45^{cm} de largeur. Elles sont glabres, paripennées et composées de 6 à 7 paires de folioles plus ou moins opposées, ondulées sur les bords. Ces folioles sont brièvement pétiolées (5^{mm} à 6^{mm}) et à limbe elliptique oblong, acuminé au sommet, en coin à la base, de 20^{cm} environ de longueur, sur 5^{cm} à $5^{cm},5$ de largeur.

De la nervure médiane, très fortement saillante sur la face inférieure, partent 10 paires environ de nervures secondaires, dont les inférieures seules sont opposées, mais les supérieures alternes, toutes un peu arquées et se réunissant, par leurs extrémités, en une nervure marginale ondulée, qui est beaucoup moins proéminente et visible que les nervures latérales. Entre toutes ces nervures est un réseau de nervures plus fines, bien net par transparence.

Les fleurs apparaissent en septembre. Les 4 sépales sont jaunâtres, larges et courts, arrondis. Les 4 pétales, environ cinq fois plus longs que les sépales, ont 5^{mm} de longueur sur 2^{mm} de largeur; ils sont blancs, convexes extérieurement, plus épais au milieu que sur les bords.

Le tube staminal, de même hauteur que la corolle, est légèrement ventru à la base, et a 8 lobes arrondis, entre lesquels s'insèrent 8 étamines incluses, sessiles et jaunâtres.

Le disque est jaune orange, large, crénelé.

Le style, blanc, se termine par un stigmate discoïde, qui est jaune, puis vert supérieurement. L'ovaire est à 4 loges multiovulées.

Les fruits, mûrs en mai et juin, sont des capsules fortement ligneuses, quadriloculaires, chaque loge contenant une dizaine de graines insérées sur deux rangs. La déhiscence, comme dans les autres espèces de *Khaya*, est septicide, et les 4 valves se rabattent de haut en bas, en laissant toutefois au centre une colonne à 4 ailes, formées par les cloisons des loges. Ces valves ont 6^{cm} de longueur sur $3^{cm},5$ de largeur.

Les graines sont aplaties, brunes et entourées d'une membrane, comme celles de *Khaya senegalensis*, mais de forme un peu différente : elles ne sont pas orbiculaires,

mais plutôt vaguement triangulaires, le hile correspondant à l'un des sommets du triangle. Elles ont souvent, non compris la membrane bordante, 2^{cm} à $2^{cm},5$ de largeur sur $1^{cm},5$ à $1^{cm},7$ de longueur, mais peuvent être aussi plus petites. La radicule, qui est papilliforme, est latérale et située un peu au-dessus du hile. L'embryon est ainsi obliquement transversal.

A notre avis, cet embryon forme, d'ailleurs, seul toute l'amande, car nous ne voyons pas pour quelle raison Guillemin et Perrotet, puis de Candolle, Bentham et Hooker, ainsi que Baillon, ont admis dans le genre *Khaya* un albumen qui serait confusément soudé avec les cotylédons. L'amande est formée de deux masses égales, traversées par des faisceaux libéro-ligneux, et qu'aucun caractère n'empêche, selon nous, de considérer comme constituées exclusivement par les cotylédons.

Tel est ce *Khaya* de Madagascar, qui, dans l'Ambongo et le Boina, pousse dans toutes les alluvions calcaires et humides des bords des rivières. Il ne manque que sur les sols siliceux où il est remplacé par les *Canarium*.

Morphologiquement, il est bien distinct du *Khaya senegalensis*. Il se rapprocherait davantage du *Khaya anthotheca;* mais il s'en sépare aussi par la forme plus allongée et la nervation de ses folioles et par les moindres dimensions de ses graines.

Nous l'avons donc nommé le *Khaya madagascariensis*.

Ajoutons que le tronc sécrète une gomme qui se concrète sur l'écorce sous l'aspect de petites stalactites, dont les unes sont jaune clair, les autres plus brunes, et d'autres verdâtres.

Cette gomme, récoltée depuis quelque temps, contient 21 pour 100 d'eau. Supposée sèche, elle se compose de 85 parties solubles dans l'eau chaude et de 15 parties gonflables, mais insolubles.

La portion soluble dans l'eau chaude reste dissoute après refroidissement et donne des solutions épaisses, mais encore parfaitement liquides, en présence de 12 fois son poids d'eau.

Ces solutions, plus ou moins colorées, ont l'aspect de solutions de gomme d'*Acacia Senegal;* étendues en couche sur le papier, elles lui donnent une certaine adhésivité.

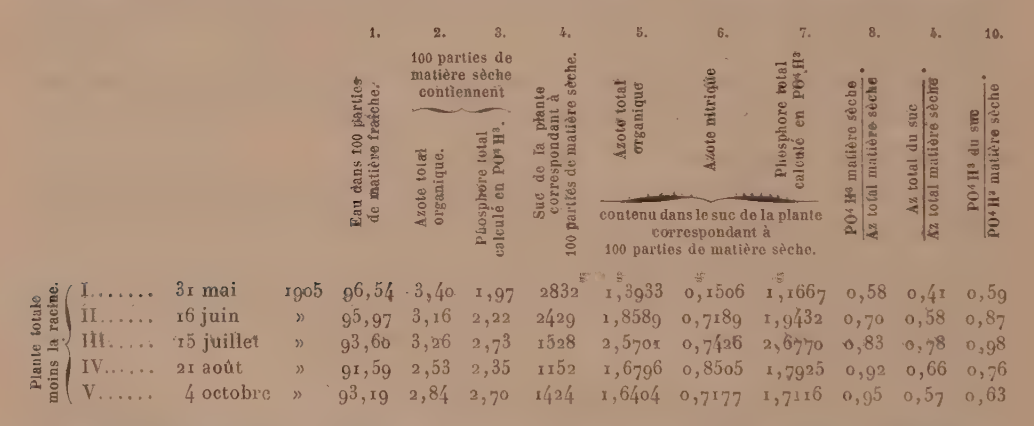
La gomme en est précipitée, à l'état gélatineux, par l'acétate neutre et par le sous-acétate de plomb; elle n'est pas précipitée ici par le perchlorure de fer qui, en outre, ne provoque aucun changement de coloration.

C'est donc une gomme sans tanin; elle est, du reste, sans odeur ni saveur.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Étude des variations de l'azote et de l'acide phosphorique dans les sucs d'une plante grasse.* Note de M. G. André.

Dans deux Communications précédentes (*Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 106 et 226) j'ai étudié la composition des liquides qui circulent dans un végétal en extrayant, par une pression convenable, une partie des sucs que contient la plante. De la quantité de suc extrait ainsi j'ai déduit par le calcul celle qui demeurait encore dans le végétal en faisant l'hypothèse que la concentration était la même dans la partie du liquide extrait directement et dans celle qui reste encore dans les tissus de la plante.

Je me suis servi du même procédé pour examiner la répartition de l'azote et celle de l'acide phosphorique dans les sucs d'une plante grasse, *Mesembrianthemum cristallinum,* à diverses périodes de sa végétation, plante chez laquelle j'ai antérieurement étudié la répartition des cendres et des acides organiques (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 1272; t. CXXXVIII, 1904, p. 639; t. CXL, 1905, p. 1708). Les chiffres qui figurent dans le Tableau ci-joint se rapportent au suc total calculé contenu dans la plante.



				1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	5.	10.
				Eau dans 100 parties de matière fraîche.	100 parties de matière sèche contiennent: Azote total organique.	Phosphore total calculé en PO^4H^3.	Suc de la plante correspondant à 100 parties de matière sèche.	Azote total organique (contenu dans le suc de la plante correspondant à 100 parties de matière sèche)	Azote nitrique	Phosphore total calculé en PO^4H^3	$\frac{PO^4H^3 \text{ matière sèche}}{\text{Az total matière sèche}}$	$\frac{\text{Az total du suc}}{\text{Az total matière sèche}}$	$\frac{PO^4H^3 \text{ du suc}}{PO^4H^3 \text{ matière sèche}}$
Plante totale moins la racine.	I.......	31 mai	1905	96,54	3,40	1,97	2832	1,3933	0,1506	1,1667	0,58	0,41	0,59
	II......	16 juin	»	95,97	3,16	2,22	2429	1,8589	0,7189	1,9432	0,70	0,58	0,87
	III.....	15 juillet	»	93,60	3,26	2,73	1528	2,5701	0,7426	2,6770	0,83	0,78	0,98
	IV......	21 août	»	91,59	2,53	2,35	1152	1,6796	0,8505	1,7925	0,92	0,66	0,76
	V......	4 octobre	»	93,19	2,84	2,70	1424	1,6404	0,7177	1,7116	0,95	0,57	0,63

I. Le rapport entre l'acide phosphorique total de la matière sèche et l'azote total (colonne 8) augmente progressivement jusqu'à devenir presque égal à l'unité. Pour faire apparaître la relation habituelle qui existe entre ces deux éléments, il faut prendre le rapport entre l'azote total du suc et l'azote total de la matière sèche (colonne 9); on remarque alors que ce rapport présente un maximum à la troisième prise d'échantillons, époque du repiquage de la plante et du début de sa floraison. A ce

moment, plus des trois quarts de l'azote total du végétal existent sous forme soluble. Dans la suite, cet azote se dépose partiellement sous forme de composés complexes insolubles, comme l'indique la décroissance du rapport précédent. Cependant, plus de la moitié de l'azote circule encore sous forme soluble au 4 octobre. La plante est, d'ailleurs, très vigoureuse à cet date. Pour montrer quelle est la marche de la végétation à partir du moment où l'on a constaté le maximum d'azote soluble, il suffit de jeter les yeux sur le Tableau suivant (moyenne établie sur un nombre de 10 à 50 individus) :

	31 mai.	16 juin.	15 juillet.	21 août.	4 octobre.
Une plante fraîche pèse....	16g,52	50g,51	156g,70	1168g,40	1759g,00
» séchée à 110°...	0g,5718	2g,05	10g,02	98g,26	119g,80

Du 31 mai au 16 juin (17 jours) la plante a gagné 1g,4782 de matière sèche, soit 0g,0869 par jour; du 16 juin au 15 juillet (29 jours), elle a gagné 7g,97, soit 0g,2748 par jour; du 15 juillet au 21 août (37 jours), elle a gagné 88g,24, soit 2g,3848 par jour (cette période correspond à la diminution du rapport entre l'azote total organique du suc et l'azote total de la matière sèche). Enfin, du 21 août au 4 octobre (44 jours), la matière sèche ne s'est accrue que de 21g,54, soit 0g,4895 par jour.

II. Le rapport entre l'acide phosphorique total du suc et l'acide phosphorique total de la matière sèche (colonne 10) suit exactement la même marche que celle du rapport qui vient d'être étudié. Au moment du maximum (3e prise), alors que l'azote soluble représentait seulement les trois quarts de l'azote total, l'acide phosphorique se trouve en presque totalité $\left(\frac{98}{100}\right)$ sous forme soluble. A partir de cette époque, ce rapport décroît parallèlement à celui de l'azote. Ajoutons que, au moment du maximum, les $\frac{99}{100}$ de l'acide phosphorique du suc étaient précipitables directement dans ce suc au moyen de la mixture magnésienne. D'ailleurs, durant toute la période de végétation, la proportion de cet acide phosphorique, directement précipitable, est toujours très élevée. Il semble, d'après cela, que, dans la plante examinée, il n'existe de combinaisons phospho-organiques insolubles qu'en faible quantité. En somme, l'*acide phosphorique et l'azote solubles présentent les mêmes maxima aux mêmes périodes de végétation.* Quant au rapport entre l'acide phosphorique total du suc et l'azote total de ce même suc, il est remarquablement constant à partir de la deuxième prise d'échantillon et successivement égal à : 0,83, 1,04, 1,04, 1,06, 1,04.

Je ferai remarquer en terminant que le taux de l'azote nitrique contenu dans le suc du *Mesembrianthemum* est toujours élevé. Le rapport entre l'azote nitrique du suc et l'azote organique de ce suc est égal à 0,50 et 0,43 aux deux dernières prises d'échantillon.

CHIMIE AGRICOLE. — *Traitement cuivrique des semences.* Note de M. E. Bréal, présentée par M. L. Maquenne.

Dans une Note présentée antérieurement à l'Académie par M. Giustiniani et moi nous avons montré qu'on peut obtenir des excédents notables de récolte en recouvrant les semences d'un enduit cuivrique à base de fécule. Je ferai connaître aujourd'hui les résultats que j'ai obtenus dans le courant de l'année dernière sur quatre espèces de maïs, soumises au même traitement.

La bouillie cuivrique se prépare en faisant bouillir 30^{g} de fécule dans 1^{l} d'eau, tenant en dissolution 3^{g} de sulfate de cuivre. On laisse séjourner les graines pendant 20 heures dans le mélange refroidi, on les dessèche superficiellement par exposition à l'air, puis on les trempe dans l'eau de chaux et l'on sèche à nouveau. Les graines ainsi traitées conservent leur aspect ordinaire; elles augmentent de poids de 5 pour 100 environ.

Les cultures ont été faites comparativement sur des parcelles d'égale surface, portant le même poids de graines normales ou enduites; les expériences ont eu lieu dans le jardin annexé au laboratoire de Physique végétale, à la pépinière du Muséum et enfin à Massy-Palaiseau, chez M. Vilmorin.

	Variétés de maïs employées.	Poids de la semence.	Nombre de graines levées		Récolte fraîche.		Récolte sèche.	
			normales.	enduites.	Graines normales.	Graines enduites.	Graines normales.	Graines enduites.
Jardin du laboratoire	Auxonne........	5^{g}	15	22	1850^{g}	2440^{g}	210^{g}	380^{g}
	Jaune hâtif......	5	6	9	700	1300	139	396
	Gros jaune......	5	12	12	2500	3200	225	405
	Dent de cheval...	5	5	10	4900	4900	»	»
Pépinière	Auxonne........	10	40	44	4760	6060	900	1021
	Dent de cheval...	10	14	15	17900	18000	»	»
Massy-Palaiseau	Auxonne........	20	38	46	14500	15500	»	»
	Dent de cheval...	20	21	30	»	»	»	»

On voit que les semences traitées germent en plus grand nombre et, en

général, donnent de plus fortes récoltes que les semences normales, ce qui tient sans doute à la plus grande résistance qu'elles opposent aux micro-organismes parasites. Ceci est conforme à nos conclusions antérieures.

J'ai constaté, en outre, que les graines enduites de bouillie cuivrique perdent moins de poids que les autres pendant leur germination et que, dès le début de la végétation, les jeunes plantes qu'elles fournissent renferment davantage de substance sèche. Les expériences, effectuées au Muséum, dans la serre du laboratoire de Physique végétale, ont porté simultanément sur le blé, l'avoine, l'orge et le maïs, ensemencés dans des flacons à large col, de 200^{cm^3} de capacité; les récoltes étaient enlevées, séchées et pesées dès que les tiges commençaient à sortir des vases.

Dans le Tableau qui suit, on a ramené tous les nombres par le calcul à 100^g de graines, de façon à faciliter la comparaison des résultats obtenus.

Nature des graines.	Durée de la germination.	Poids des graines sèches.	Récolte sèche. Graines normales.	Récolte sèche. Graines enduites.	Différences pour 100.
Blé de Bordeaux	25 jours	88 g	60 g	72 g	20
»	52	»	45	66	46
Blé Dattel	20	87	77	81	5
»	40	»	65	75	15
Blé Japhet	20	89	77	80	4
»	40	»	60	67	11
Blé Bordier	23	87	74	76	2
»	37	»	60	69	15
Blé de Saumur	20	88	75	83	10
Avoine de Houdan	27	87	70	78	11
Avoine de Brie	28	89	67	82	7
Orge	23	90	62	70	14
Maïs, gros jaune	50	89	72	80	11
Maïs, dent de cheval	32	89	73	81	10

Les excédents portent surtout, ainsi que le montre le Tableau suivant, sur les tiges et les jeunes feuilles : les poids sont encore rapportés à 100 parties de semence :

	Tiges et feuilles provenant de graines		Cotylédons et racines provenant de graines	
	normales.	enduites.	normales.	enduites.
Blé de Bordeaux	13 g	20 g	46 g	45 g
Blé Bordier	15	25	45	40
Blé Dattel	10	16	53	48

En résumé, la stérilisation superficielle des graines par la bouillie cuivrique n'a pas seulement pour effet de prévenir les maladies cryptogamiques qui souvent compromettent les récoltes; elle favorise en même temps la levée des semences et assure une meilleure utilisation de leurs réserves, d'où un excès de production végétale qui est sensible dès le début de leur développement.

PHYSIOLOGIE. — *Sur les chaleurs de combustion et la composition des os du squelette, en fonction de l'âge, chez les cobayes.* Note de M. J. **Tribot**, présentée par M. Alfred Giard.

Dans nos précédentes Notes [1] en vue de l'étude de l'évaluation de la fonction E_F de M. Ernest Solvay [2], nous avons résumé les résultats obtenus sur l'évolution des tissus nerveux et musculaire d'un certain nombre de cobayes, en fonction de l'âge, au point de vue chimique et calorimétrique.

Nous avons complété ce travail en déterminant, en même temps que la teneur en matières minérales et en matières organiques des os du squelette chez le cobaye, leur composition en P^2O^5, leur teneur en eau et leurs chaleurs de combustion.

Les matériaux nécessaires à notre étude nous ont été obligeamment fournis par Mlle Stéfanowska.

Dans la majorité des cas, les squelettes ont été nettoyés avec de la soude caustique à 30-35 pour 100, ils séjournaient environ une demi-heure dans la solution caustique chaude et étaient ensuite lavés dans un fort courant d'eau froide.

Le tissu osseux a été obtenu à l'état sec par exposition à l'air libre, en plein été.

Les résultats obtenus sont condensés dans le Tableau suivant :

---

(1) *Comptes rendus,* 27 mars 1905 et 5 juin 1905.

(2) *Notes sur des formules d'introduction à l'Énergétique,* fasc. 1 des *Notes et Mémoires de l'Institut de Sociologie,* p. 7.

Sexe.	Age.	Poids total de l'animal.	Poids du squelette frais.	Poids du squelette sec.	Sur 100 parties du squelette sec. Cendres.	Sur 100 parties du squelette sec. Matières organiques.	P^2O^5 sur 100 parties de cendres.	P^2O^5 rapporté à 100g du poids de l'animal.	Chaleurs de combustion prises sur le squelette sec.
		g	g	g					Cal
Mâle....	15 jours	?	15,2	?	39,992	60,008	44,564	?	2,231
Mâle....	15 »	169	15	6,7	50,664	49,356	43,762	0,922	2,395
Femelle.	15 »	154	15,2	8,5	38,613	61,387	40,100	0,854	2,593
Mâle....	37 »	228	18	9	58,160	41,840	38,400	0,881	1,870
Mâle....	65 »	360	22,6	16,3	59,333	40,667	39,370	1,057	1,854
Femelle.	65 »	325,5	19,5	14,2	58,387	41,613	40,842	1,040	?
Mâle....	150 »	756,5	37	27	65,507	34,493	40,222	0,940	1,785
Femelle.	405 »	987,5	41	33,3	61,337	38,863	46,780	0,967	1,817
Femelle.	555 »	900	61	44	58,729	41,271	49,285	1,414	1,832
Mâle....	600 »	989	51,7	43,2	62,039	37,961	40,223	1,090	1,809
Femelle.	900 »	1086	55	40	62,055	37,945	40,501	0,925	1,798
Mâle....	960 »	1066	68	51	59,007	40,993	39,793	1,123	1,925
Mâle ...	1095 »	750	62	45,5	60,353	39,647	37,161	1,373	1,844
Mâle....	1110 »	950	64	47	?	?	39,890	?	?

On voit d'après ce Tableau que :

1° La teneur en matières minérales passe par un maximum, lequel est atteint vers le cent-cinquantième jour, puis décroît jusqu'aux environs de 555 jours, époque à laquelle elle devient sensiblement constante ;

2° La teneur en P^2O^5 passe par un minimum vers le trente-septième jour et atteint un maximum aux environs de 555 jours, pour devenir ensuite à peu près constante ;

3° La teneur en eau passe par un minimum vers 65 jours et un maximum vers 980 jours, qui est conservé sensiblement ;

4° Si l'on rapporte les chiffres de P^2O^5 obtenus pour 100 parties de cendres à 100g du poids de l'animal, on a une courbe qui a sensiblement la même allure que la précédente, le maximum étant atteint vers le cinq cent cinquante-cinquième jour ;

5° La chaleur de combustion passe par un maximum dans les premiers jours de la croissance et atteint son minimum vers le cent-cinquantième jour.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le noyau des hématies du sang des oiseaux.* Note de MM. **M. Piettre** et **A. Vila**, présentée par M. E. Roux.

Des deux variétés de globules rouges, nucléés et anucléés, que l'on trouve dans le sang des animaux, les premiers nous ont paru particulièrement intéressants, car, tout en jouant le même rôle dans la respiration, ils ont une structure histologique très voisine de la structure cellulaire classique. Ils possèdent en effet un noyau très bien caractérisé dont le volume et la masse occupent une place considérable dans l'édifice cellulaire.

Nous avons pensé que l'étude analytique du noyau permettrait de comparer l'importance relative des éléments entrant dans sa composition chimique.

I. Le sang d'oiseau, dès sa sortie des vaisseaux, est défibriné avec soin par une agitation prolongée. Une première centrifugation permet, après repos, d'enlever par décantation la majeure partie du sérum, puis on lave abondamment les globules avec une solution d'eau salée à 8,5 pour 1000.

Dans une de nos expériences nous avons lavé $1^{l},3$ de sang de poulet (*gallus domesticus*) dans 20^{l} d'eau salée isotonique.

Dans une deuxième expérience, plus laborieuse, 10^{l} de sang de pigeon ont été traités par 90^{l} de solution physiologique. Pour isoler sans pertes les hématies en suspension dans de telles masses de liquide, nous employons une centrifugeuse tournant à 3000 tours par minute, dont la vitesse tangentielle est de 11^{m} à la seconde. Cette machine permet d'obtenir rapidement une boue globulaire exempte de sérum, remarquable par la constance de sa densité ($d = 1,11$), même pour le sang d'espèces très différentes.

En rapportant chaque expérience à un même volume, on trouve que :

100^{cm^3}	de sang de	poulet	donnent	28^{cm^3}	de ce magma globulaire
100	»	pigeon	»	36	»
100	»	cheval	»	40	»
100	»	mouton	»	25	»
100	»	porc	»	26	»
100	»	chien	»	46	»
100	»	cobaye	»	30	»

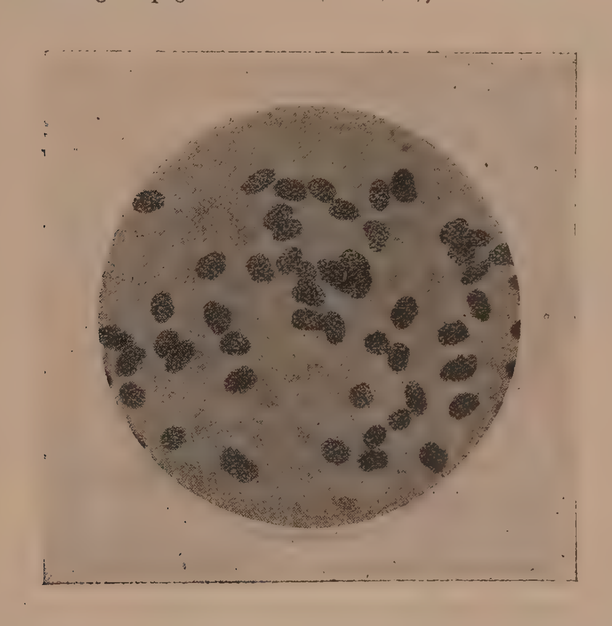
II. Les hématies nucléées sont mises en suspension homogène dans de l'eau salée physiologique; on emploie 120^{cm^3} de globules lavées pour 500^{cm^3} de solution isotonique; cette liqueur est versée par petite quantité dans

10^l d'eau distillée contenant $\frac{1}{1000}$ d'acide formique glacial. Il importe d'agiter constamment pendant le mélange. D'abord colorée en rouge par l'oxyhémoglobine, la masse liquide vire au brun et l'on voit se former de fines particules grisâtres qui ne se déposent que lentement et d'une façon incomplète : ce sont des *noyaux*.

Pour les isoler il faut encore recourir à la centrifugation.

Au moyen d'une machine centrifuge, ayant une vitesse tangentielle de 65^m par seconde, nous avons pu, en une seule opération et en moins d'une heure, séparer les noyaux restés en suspension dans 50^l de liqueur formique. Le chemin parcouru par chaque particule solide atteignit 4^{km} par minute. Avec 100^{cm^3} d'émulsion globulaire $d = 1,11$ on recueille $5^g,2$ de noyaux secs. Si l'on rapporte ce chiffre au sang en nature on trouve que

1^l de sang de poulet peut fournir $14^g,5$ de noyaux secs,
1^l de sang de pigeon » $18^g,7$ »



Les noyaux préparés par cette méthode sont histologiquement purs; ils ont conservé la forme, le volume et les réactions colorées qu'ils possèdent dans le globule rouge. Nous devons à l'obligeance de MM. Burais et Jeantet la photographie d'une préparation colorée à l'hématéine.

Les noyaux après centrifugation forment une masse humide grisâtre; on les lave sur filtre à l'eau distillée; on fait la dessiccation dans le vide et l'on épuise à l'éther. Ce dissolvant enlève de 2 à 3 pour 100 de matières grasses.

La partie insoluble est soumise à l'analyse chimique dont voici résumées les indications :

Éléments nucléés.		C.	H.	N.	P total.	Reste minéral.
Columba domestica	I.....	48,60	6,56	15,60	»	3,81
	II....	48,00	6,67	15,94	2,50	»
Gallus domesticus.	I.....	49,80	6,60	15,92	2,90	3,35
	II....	49,31	6,77	15,51	3,24	»

Il ressort de ces dosages que le phosphore est un élément prédominant dans la composition de la substance nucléée des hématies d'oiseaux et qu'il y existe en forte proportion à l'état de combinaison organique.

En effet, si l'on transforme en anhydride phosphorique la quantité de phosphore trouvée, on voit que le nombre calculé est égal ou supérieur au poids total de cendres ; et, en comparant le phosphore du noyau au fer du globule, on constate que 100^g d'oxyhémoglobine et 14^g de noyaux (rendement de 1^l de sang de poulet) contiennent $0^g,33$ de fer et $0^g,44$ de phosphore. Mais si l'on rapporte, respectivement, chaque élément à la substance qu'il caractérise, le phosphore, nous l'avons vu, étant 3,2 pour 100, le fer reste 0,33 pour 100. Cependant ces chiffres si suggestifs n'expriment qu'incomplètement la prépondérance que le phosphore possède en réalité ; car, en calculant les poids atomiques on trouve que, si dans l'oxyhémoglobine le fer (56) est pris comme unité, dans le noyau le phosphore (31) sera 14 fois environ plus élevé.

GÉOLOGIE. — *Sur les glaciers pléistocènes dans les vallées d'Andorre et dans les hautes vallées espagnoles environnantes.* Note de M. **Marcel Chevalier.**

Dans une Note précédente (12 mars 1906) je signalais l'existence, dans le cours supérieur du *Valira*, d'un grand glacier pléistocène dont la moraine frontale, lors de la plus grande extension des glaces, s'étalait aux environs de *Santa Coloma* (1030^m).

Depuis ce point, et dans tout son cours inférieur jusqu'à sa jonction avec *la Sègre*, le Valira n'offre plus aucune trace glaciaire. En remontant la vallée de la Sègre jusqu'à *Puigcerda*, j'ai pu faire quelques observations sur l'extension des glaces pendant le quaternaire, observations qui corroborent ce que l'on savait déjà, c'est-à-dire que les glaciers pléistocènes

eurent une étendue beaucoup plus considérable sur le versant français que sur le versant espagnol.

Si les glaciers ont pu assez largement s'étaler en Andorre, cela tient surtout à la situation particulière du petit État.

Tout le pays, en effet, situé entre deux hautes crêtes sensiblement parallèles et orientées ouest-est, forme une sorte de bassin fermé qui fut très favorable à l'accumulation de la glace.

Le versant espagnol ne commence en réalité que sur le flanc sud de la crête jalonnée par les pics de *Campcardos, Tossa Plana, Pedrafitta*. Ce versant, qui forme toute la rive droite de la Sègre, de Puigcerda à la *Seu d'Urgell,* est sillonné de petites vallées perpendiculaires à la vallée principale orientée O.-E. Toutes ces petites vallées ne portent de traces glaciaires que dans leur cours le plus supérieur. Elles ont une allure torrentielle qui permet de croire que la plupart ont une origine récente et que leur creusement fut contemporain de l'extension des glaciers dans les vallées pliocènes du Valira, du *Riu Grimaü,* du *Riu de Carol,* de l'*Orlu,* l'*Ariège,* l'*Aston,* etc.

Quant à la vallée principale de la Sègre, je n'y ai observé aucune trace glaciaire dans son cours, de la Seu d'Urgell à Puigcerda. Son origine est pourtant pliocène et elle servit très probablement de déversoir au lac qui occupait les Cerdagnes actuelles, antérieurement à la période glaciaire.

Nous pensons que cette dissemblance si marquée de l'extension des glaciers sur le versant français (vallées de l'Ariège et de ses affluents) et sur le versant espagnol (vallées de la Sègre et de ses affluents) est due surtout aux conditions climatériques.

Il dut se passer un phénomène comparable à celui qu'on observe actuellement dans les Alpes sous le nom de *Fœhn.*

Les courants d'air humide, venus du NO, obligés de franchir des cimes de plus de 3000^m, arrivaient à ces hauteurs à une température très basse. En retombant sur le versant méridional ils se réchauffaient assez pour acquérir une température capable de provoquer la fusion d'une grande quantité de glace. Les eaux qui provenaient de cette fusion donnaient naissance à de nombreux torrents qui ont creusé les petites vallées que nous signalons plus haut.

Les vents plus chauds mais aussi plus secs, venant du Midi et s'élevant du versant espagnol pour descendre sur le versant français, reprenaient leur température initiale pas assez élevée pour provoquer une grande fusion de la glace dans les régions où les phénomènes glaciaires étaient pour ainsi dire exagérés. En effet, ces vents humides du NO provoquaient sur le versant français des chutes de neige beaucoup plus abondantes que les vents chauds du S n'en provoquaient sur le versant espagnol. Cette abondance

de neige sur le versant N a permis la formation dans les vallées secondaires de glaciers importants qui se sont réunis entre eux dans la vallée principale (vallée de l'Ariège) et ont pu pousser leur moraine frontale bien au delà de *Tarascon* situé à 475^m d'altitude.

Au contraire, dans le bassin de la Sègre, les glaciers n'ont pu acquérir une très grande importance. Les plus considérables ont laissé leurs moraines frontales à *Angoustrine* (1305^m), Puigcerda (1200^m), Santa Coloma (1030^m). D'autres sont restés localisés sur les flancs des hautes cimes de Pedrafitta, Tossa Plana, Campcardos, souvent à l'état de glaciers suspendus.

Jamais les glaciers des vallées secondaires de la Sègre n'ont pu se réunir dans la vallée principale pour descendre jusqu'à la Seu d'Urgell, pourtant située à une altitude supérieure de 215^m à celle de Tarascon.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Contribution à la flore tertiaire du Maroc septentrional.* Note de M. **Ed. Bonnet**, présentée par M. Zeiller.

M. Gaston Buchet a récemment adressé au Muséum une petite collection de plantes fossiles dont l'étude m'a fourni, sur la flore tertiaire du Maroc septentrional, encore si peu connue, quelques renseignements que je me permets de communiquer à l'Académie.

Les fossiles recueillis par M. Buchet proviennent de quatre gisements différents :

1° Environs de Tanger, calcaire grisâtre, compact, avec empreintes de *Zonarites alcicornis* F. O.

2° Bords de l'oued Baroud, entre Tétouan et le Fondouk, calcaire grisâtre, en plaques assez minces, contenant de nombreuses empreintes de *Chondrites arbuscula* F. O.

3° Environs de Tétouan, calcaire blanc, friable, avec nombreuses empreintes de *Ch. Targionii* Sternb., *Ch. arbuscula* F. O., *Ch. intricatus* Sternb. et *Ch. expansus* F. O.; ces trois dernières Algues ne constituant, à mon avis, que des formes ou tout au plus des variétés du *Ch. Targionii* dont il est impossible de les séparer par des différences vraiment spécifiques. Toutes ces Algues, caractéristiques du Flysch de la Suisse, ont été retrouvées dans le nord de l'Italie, le sud-ouest de la France et le nord-ouest de l'Espagne; les échantillons recueillis par M. Buchet nous apprennent, en outre, que les lagunes saumâtres du Flysch, avec leur végétation de Fucoïdes, ont occupé le nord du Maroc et se sont même avancées jusque sur la côte atlantique, car j'ai retrouvé le *Ch. arbuscula* dans des fragments d'argile schisteuse récoltés par M. Mellerio sur les bords de l'oued Melah à 20^{km} NE de Casa Blanca.

Un dernier gisement exploré par M. Buchet près de Tétouan, entre le

cimetière juif et le cimetière arabe, est constitué par des tufs calcaires, pliocènes, avec moules de fruits et empreintes de feuilles dont la nervation est le plus souvent assez mal conservée; j'y ai cependant reconnu trois espèces :

1° *Apollonias canariensis* Nees, représenté par de nombreuses empreintes de feuilles et moules de fruits qui offrent les mêmes variations que l'on observe aujourd'hui dans la plante vivante. L'*Apollonias* est actuellement cantonné aux Canaries et à Madère, il a été observé à l'état fossile dans le Pliocène de Meximieux et de l'Italie centrale.

2° Feuilles de *Cinnamomum Scheuchzeri* Heer, espèce très variable et assez commune dans la molasse suisse, mais qui se retrouve à différents étages de l'Éocène et du Miocène dans les environs de Vienne et à Bilin, en Italie dans le Val d'Arno et à Sinigaglia; en France, à Aix, à Manosque et à Céreste; enfin en Espagne, aux environs de Barcelone, où elle persiste jusque dans le Pliocène d'après M. J. Almera [1].

3° Feuilles de *Salix angusta* Heer, espèce souvent associée avec la précédente à Œningen, Bilin, Sinigaglia, Céreste et aussi à Barcelone (J. Almera).

4° Enfin, ces mêmes tufs contiennent encore des fragments de feuilles et de tiges et le moule d'un rhizôme d'une Graminée, spécifiquement indéterminable, mais qui paraît appartenir au genre *Phragmites*.

De ce qui précède on peut donc conclure qu'au Maroc septentrional, de même que dans le nord-est de l'Espagne, les conditions climatériques ne s'étant pas sensiblement modifiées ont permis à certaines espèces telles que les *Cinnamomum Scheuchzeri* et *Salix angusta* de persister jusque dans le Pliocène, alors que, dans l'Europe centrale et la vallée du Rhône, elles avaient, par suite du changement de climat, disparu dès la fin de la période miocène.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations d'ombres volantes au lever et au coucher du Soleil.* Note de M. Cl. Rozet, présentée par M. Wolf.

L'éclipse totale de Soleil du 30 août 1905 a remis en question le curieux phénomène connu sous le nom d'*ombres volantes*. Malgré les descriptions très complètes et les recherches de nombreux observateurs et physiciens, la cause de ces ombres est encore mal connue, pour la raison qu'elles n'ont

---

(1) *Cf.* J. Almera, *Bol. Com. d. Mapa geol. de España,* t. XXII, p. 145 et suiv. et *Bull. Soc. geol. Fr., excursions,* t. XXVI, p. 760. — R. Zeiller, *Rev. gén. de Bot.*, t. XV, p. 396.

guère été observées jusqu'à présent que pendant les éclipses totales de Soleil, si peu fréquentes.

Le 14 décembre dernier, mon confrère Dom M. Amann, en regardant par hasard une cloison éclairée par les premiers rayons du Soleil qui commençait à paraître au-dessus d'une montagne, aperçut des bandes sombres très distinctes, se déplaçant avec rapidité. L'analogie de ces ombres avec celles qui se produisent lors d'une éclipse de Soleil, avant et après la totalité, m'incita à observer régulièrement le lever et le coucher du Soleil pour étudier les diverses conditions dans lesquelles elles peuvent se former.

Je disposai donc à l'intérieur d'un appartement un écran blanc recevant par une fenêtre ouverte la lumière du Soleil à son lever ou à son coucher. Quand les conditions sont favorables, on aperçoit, dès que le Soleil commence à paraître, des bandes sombres plus ou moins espacées, parcourant la portion éclairée de l'écran à une vitesse variable suivant les circonstances.

Ces bandes, très distinctes, généralement droites (1) et parallèles, ne sauraient être confondues avec les ombres très irrégulières produites par l'air en mouvement devant l'écran. Plusieurs fois, notamment le 14 décembre, elles furent assez fortes pour être vues sur un écran, quoique la lumière solaire eût à traverser les vitres d'une fenêtre presque entièrement couvertes de buée; d'autres fois, au contraire, elles ne se sont pas produites, malgré un ciel sans nuages.

L'examen des 75 observations faites jusqu'à ce jour, dans des conditions atmosphériques très diverses, permet de faire les remarques suivantes :

1° L'orientation des bandes sombres, sur un écran perpendiculaire aux rayons solaires, est *constamment parallèle à la partie de l'arête de la montagne* où le Soleil se lève ou se couche;

2° La direction de leur déplacement est *toujours perpendiculaire à leur orientation;* mais ce déplacement peut se faire dans deux sens opposés que nous appellerons *sens direct* et *sens rétrograde.* Les bandes semblent, dans le sens direct, tomber, c'est-à-dire pénétrer dans l'ombre de la montagne projetée sur l'écran; dans le sens rétrograde, s'élever, c'est-à-dire sortir de cette ombre. Elles peuvent se diriger dans l'un ou l'autre sens tant au lever qu'au coucher du Soleil; même dans les apparitions et disparitions très rapprochées, causées par les échancrures de la montagne, leur direction peut varier.

Dans la même apparition ou disparition, les bandes se déplacent ordinairement dans un seul sens; cependant, plusieurs fois, après avoir suivi pendant quelques secondes le sens direct, elles rétrogradèrent; d'autres fois, l'écran était, au même instant,

(1) Quatre fois seulement elles parurent légèrement ondulées.

traversé par deux courants distincts de bandes, d'orientation un peu différente, allant l'un dans le sens direct et l'autre dans le sens rétrograde.

3° La vitesse des bandes peut différer beaucoup d'une observation à l'autre. Jusqu'à présent j'ai pu constater qu'elle a une relation à peu près certaine avec la force du vent : les mouvements rapides, en effet, correspondent aux grands vents et les déplacements lents à une atmosphère calme ou peu agitée. Les plus grandes vitesses atteignent approximativement 6^m à 8^m à la seconde, les moindres 1^m à 2^m (rarement 1^m), et la vitesse ordinaire 2^m à 4^m.

4° Les bandes se montrent dès que le Soleil apparaît. Pour qu'elles se produisent, il n'est pas nécessaire que la surface éclairante soit très réduite. Parfois elles n'arrivent que 2 ou 3 secondes après le commencement du lever et cessent de même quelques secondes avant le coucher complet; alors leur déplacement se fait dans le sens rétrograde.

Quand l'apparition ou la disparition du Soleil se fait derrière une arête perpendiculaire à son mouvement apparent, la durée ordinaire de la visibilité de ces bandes est de 12 à 15 secondes; une fois même on commença à les voir alors que le quart de la surface solaire était encore visible.

5° D'abord faibles, larges et très espacées, les bandes deviennent ensuite plus nettes, plus étroites et plus serrées jusqu'à leur cessation complète, tant au lever qu'au coucher du Soleil, quoique l'intensité lumineuse aille en augmentant dans le premier cas et en diminuant dans le second. Quelquefois, au lieu de se suivre à une distance régulièrement décroissante, elles passent par groupes de 5 ou 6. Leur largeur, le plus souvent de 3^{cm} à 4^{cm}, peut varier de 1^{cm} à 7^{cm}, et leur espacement, ordinairement de 3^{cm} à 4^{cm}, peut se réduire à 1^{cm} et s'élever à 20^{cm}. La largeur des bandes et leur espacement paraissent varier avec leur vitesse, c'est-à-dire qu'ils sont plus grands lorsque le déplacement est plus rapide.

6° La teinte des bandes est, sur toute leur longueur, d'un gris uniforme, plus ou moins foncé suivant qu'elles sont plus ou moins étroites. Souvent l'un des bords (le second par rapport à la direction du mouvement) semble mieux défini que l'autre. Quant aux intervalles ils s'illuminèrent quelquefois irrégulièrement et non en raison de l'accroissement de la lumière solaire.

Au cours des observations la distance à l'écran et la hauteur, au-dessus de l'horizon théorique, des arêtes des montagnes interceptant les rayons solaires ont varié respectivement de 6^{km} à 36^{km} et de 3° à 22°. Malgré ces différences notables dans la distance et la hauteur des arêtes, il n'a été constaté aucune modification pouvant leur être attribuée.

Les variations notées paraissent donc en relation avec les conditions atmosphériques.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les courbures du géoïde dans le tunnel du Simplon.* Note de M. **Marcel Brillouin**, présentée par M. Mascart.

1. M. Eötvös a indiqué en 1896 (*Ann. de Wiedemann*) le moyen de mesurer les dérivées secondes du potentiel newtonien à la surface de la Terre ([1]). En particulier, la différence des courbures principales du géoïde et leur direction se déterminent en observant les déviations d'un balancier rectiligne horizontal suspendu à un fil de torsion, pour diverses orientations de l'appareil; en principe, c'est une balance de Cavendish dont les masses attirantes constituées par les inégalités du sol sont fixes; on change leur action sur le balancier en faisant tourner toute la balance dans différents azimuts au lieu de faire tourner les masses attirantes autour de la balance.

J'ai donné, depuis plusieurs années déjà, à l'appareil imaginé par M. Eötvös une forme particulièrement adaptée aux mesures rapides ([2]). Le balancier a 33^{cm} de longueur et pèse environ 200^{g}; il est formé d'une tige de cuivre terminée par deux disques épais orientés dans le plan de la suspension; chacun de ces disques est entouré d'un cylindre mince de 5^{cm} environ de longueur, qui se meut entre des cylindres fixes avec moins de 2^{mm} de jeu, ce qui amortit rapidement les oscillations par le même mécanisme que dans la balance de Curie. Le balancier est supporté par un ruban de torsion en platine iridié de 35^{cm} de longueur, $0^{mm},4$ de largeur et $0^{mm},025$ d'épaisseur environ. La durée d'une oscillation complète est de 559 secondes quand l'amortissement est supprimé.

Au balancier est fixé le spath mobile de la combinaison biréfringente qui me sert à lire les déviations ([3]); la lame demi-onde et le second spath sont fixés à la partie inférieure d'une colonne métallique creuse dont l'axe est occupé par le fil de torsion, suspendu à la partie supérieure de la colonne. Cette colonne repose dans le reste de l'appareil par l'intermédiaire de couches d'ouate et de feutre, qui ne transmettent aucune vibration. Le reste de l'appareil optique est fixé à la boîte extérieure.

Une triple enceinte métallique établit l'uniformité de la température intérieure lorsque la variation de la température extérieure n'est pas trop rapide. Tout l'appa-

---

([1]) Voir aussi Eötvös, *Congrès international de Physique*, t. III, 1900, p. 371-390.

([2]) *Notice sur les travaux scientifiques* de M. Brillouin, p. 51. Gauthier-Villars.

([3]) *Mesure des très petits angles de rotation* (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 786).

reil est mobile autour d'un axe vertical; il est muni de niveaux et d'une lunette auxiliaire pour fixer l'azimut.

L'appareil étant installé sur un solide trépied en bois, on fait des mesures de déviation dans 5 azimuts de 45° en 45°, la dernière servant de contrôle. Chacune de ces mesures exige seulement 20 à 25 minutes; avec la durée de déballage, de mise en place et d'emballage, chaque station exige à peu près 3 heures. L'appareil emballé pèse environ 50^{kg}; il est aisément porté, en palanquin, par deux hommes, et le trépied par un troisième.

Dans mon appareil, une division (0'',93 environ) correspond à une différence des courbures $(R_1^{-1} - R_2^{-1})$ égale à $1,25.10^{-12}$ (C.G.S.). L'ellipsoïde donnerait seulement quatre divisions.

2. Grâce à l'aimable intervention de M. Guillaume, et à la courtoisie de la Commission géodésique suisse, j'ai pu mettre à profit une interruption de 5 jours dans les travaux du tunnel du Simplon, employée par cette Commission à une mesure rapide de la longueur du tunnel au moyen des fils *invar*. Il ne m'appartient pas de parler du remarquable succès de cette mesure, mais je tiens à dire quel excellent souvenir je garde de l'accueil cordial que m'ont fait MM. Gautier, Riggenbach et Rosenmund, et de l'aide empressée que j'ai trouvée auprès des ingénieurs du tunnel, MM. Rolla, Isaak et Peter, ainsi que de la Compagnie des Chemins de fer fédéraux.

Le tunnel principal est orienté sensiblement du Nord-Ouest au Sud-Est; il a un peu moins de 20^{km}, des chambres de 3^m sur 3^m et $2^m,50$ de hauteur sont creusées de kilomètre en kilomètre sur le côté Ouest; de 5^{km} en 5^{km} elles sont remplacées par des chambres plus grandes de 4^m sur 6^m. C'est au centre de chacune de ces chambres que j'ai fait mes mesures. Au milieu du tunnel est une station de garage, dont je me suis tenu éloigné. J'ai fait aussi deux mesures dans l'axe de la voie.

Ces cavités, tunnel et chambres, produisent à elles seules, indépendamment du relief extérieur, une action considérable, différente suivant qu'il s'agit du tunnel, des petites chambres, ou des grandes chambres. Mais la symétrie de ces cavités donnerait aux rayons de courbure principaux du géoïde la direction parallèle et perpendiculaire au tunnel. Le Tableau suivant contient la torsion, en divisions de mon appareil, pour l'azimut perpendiculaire au tunnel, et à 45° de cet azimut; dans ce dernier azimut, l'action du tunnel se combine avec celle des masses extérieures; je la discuterai plus tard; mais dans le premier azimut, perpendiculaire au tunnel, l'action est entièrement due au relief extérieur de la chaîne qui surmonte le tunnel, et indépendante du tunnel.

Tableau des résultats.

Petites chambres (depuis Brigue).	Torsion perp. au tunnel.	Torsion à 45° du tunnel.
km 1.....	+ 50	+476
2.....	− 6	+449
4.....	0	+236
5.....	−131	+263
6.....	−232	+213
7.....	−109	+200
11.....	− 83	+273
12.....	− 39	+201
14.....	+ 4	+287
15.....	− 26	+389
16.....	+ 61	+495
17.....	+ 94	+314

Grandes chambres.	Torsion perp. au tunnel.	Torsion à 45° du tunnel.
km 8.....	−72	+410
13.....	+27	+569
Voie près de 16.....	+78	−931
près de 17.....	+77	−991
Observatoire de Brigue, au nord du Rhône.	−610	+270

Les observations dans le tunnel, au nombre de 16, ont pu être effectuées en 5 séjours de 13 à 16 heures chacun, transports compris; pour 3 d'entre elles, il a été fait, à titre de contrôle, 8 azimuts. En général, l'incertitude ne dépasse pas 5 divisions; elle dépasse un peu 10 divisions au kilomètre 2 et sur la voie; un peu plus à l'observatoire, mal clos.

L'ellipticité du géoïde dépasse 50 à 100 fois celle de l'ellipsoïde; elle est très variable en grandeur et en direction dans l'intérieur du tunnel, et très différente de ce qu'elle est à l'extérieur. L'examen des résultats de la première colonne suffit à l'établir; les grandes variations dans la seconde colonne le confirment.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Résultats des sondages aériens dans la région des alizés.* Note de MM. **L. Rotch** et **L. Teisserenc de Bort**, présentée par M. Mascart.

Dans une première Note nous avons exposé les résultats des sondages aériens par ballons au point de vue du régime des vents à diverses hauteurs dans la région des alizés.

Nous donnons aujourd'hui quelques résultats complémentaires. Outre les ascensions de ballons, il a été fait des ascensions de cerfs-volants :

1° entre Boston et les Açores, par M. Clayton, à bord du paquebot *Romanie*; 2° par MM. Clayton et Maurice sur l'*Otaria*. Enfin de nouveaux sondages viennent d'être exécutés en février 1906 en pleine mer dans la région des Canaries sur le même bateau.

Bien que les ascensions de cerfs-volants n'aient pu atteindre de grandes hauteurs à cause d'un défaut d'installation, ces observations montrent l'opposition qui existe entre les deux côtés du maximum barométrique. Sur le côté occidental où soufflent les vents de Sud-Ouest, la décroissance de température dans les couches basses est beaucoup plus lente que sur le côté Est; la décroissance a été trouvée de : 0°,30 par 100^m sur le côté Ouest et de 0°,80 sur le côté Est jusqu'à une hauteur de 800^m; à 1000^m l'écart est moins grand.

Il y a d'ailleurs une différence notable entre les deux côtés du maximum barométrique, la partie Est étant occupée dans les couches basses par des vents descendants, comme le prouvent la diminution de l'état hygrométrique avec la hauteur, et la décroissance rapide de la vitesse du vent dans la verticale.

Les petits nuages produits dans la région nord des alizés paraissent dus à la vapeur d'eau s'élevant de l'Océan par son mouvement de diffusion lent, comme cela a lieu sur les terres dans les maxima barométriques. La forme de ces nuages est d'ailleurs caractéristique, ce sont les cumulus plats des anticyclones.

Depuis la publication de notre Note, M. le professeur Hergesell a exposé dans les *Comptes rendus* les résultats de sa nouvelle croisière faite en 1905 à bord de la *Princesse-Alice*, au cours de laquelle il a pu, grâce à une méthode fort ingénieuse, lancer des ballons-sondes avec instruments et les récupérer ensuite, ce qui sera un précieux moyen d'investigation pour la Météorologie lorsque le vent reste faible ou modéré.

Nous avons vu avec intérêt qu'un des ballons lancé au large des Canaries a donné des résultats semblables à ceux qu'on obtient au voisinage de ces îles, et a rencontré des couches intriquées de Sud-Est et de Sud-Ouest au-dessus de l'alizé. Nous avons constaté avec plaisir que M. Hergesell ne conteste plus la possibilité du contre-alizé à une latitude voisine des Canaries, se bornant à conclure que, dans la partie centrale de l'Atlantique, il a rencontré presque exclusivement des vents de Nord-Ouest, et qu'ainsi « *le chemin que suivent les courants ramenant l'air de l'équateur paraît en effet moins simple qu'on ne l'avait admis, il semble dépendre de la répartition des continents et des océans* ».

L'étude des isobares journalières sur l'Océan montre, en effet, que la

pression n'est pas distribuée en bandes uniformes et que les isobares sont infléchies partout par l'influence de la distribution de température liée à celle des terres et des mers, relations que l'un de nous a démontrées par l'étude des isonomales il y a plus de 20 ans ([1]).

Il semble donc qu'il doit y avoir certaines zones où le contre-alizé est plus régulier qu'ailleurs, et la zone du cap Vert aux Canaries est certainement parmi celles-là. Mais cette constatation même est contraire à l'idée que les vents supérieurs de Sud-Est à Sud-Ouest, observés près de ces îles et cousidérés comme une preuve classique du contre-alizé, soient dus à une influence locale, comme M. Hergesell a paru le croire dans sa première Note et l'a encore affirmé dans sa dernière Communication à l'Académie.

Pour dissiper toute espèce de doute, nous reproduisons ici les résultats des nouveaux sondages faits en pleine mer, au large des Canaries, en février 1906, par MM. Maurice et Nilsson.

13 février. — 19°52 lat. W, 27°50 lat. N, vent ENE jusqu'à 2850^m, puis NW jusqu'à 3680^m, SW jusqu'au point culminant du ballon, 5200^m.

13 février. — 20°17 lat. W, 26°45 lat. N, vent ENE jusqu'à 1800^m, puis SSE jusqu'à 2000^m, ensuite N, à 2450^m SW jusqu'à 4150^m, puis couche de 500^m de NW, ensuite SW jusqu'au point culminant 5100^m.

14 février. — 21°5 lat. W, 25°54 lat. N, vent NE passant à N jusqu'à 1300^m, puis NW jusqu'à 2600^m, ensuite SW à SSW jusqu'au point culminant du ballon 500^m.

14 février. — 21°7 lat. W, 25°48 lat. N, vent NE passant à N jusqu'à 1300^m, puis NW jusqu'à 3800^m, ensuite vent fort de SW à W jusqu'au point culminant 5200^m.

15 février. — 22° lat. W, 25° lat. N, vent NE jusqu'à 2300^m, NW 2300^m à 3000^m, SW jusqu'à 3250^m, WNW passant à N jusqu'à 3950^m, puis WSW jusqu'au point culminant 4100^m.

Voici, d'autre part, la direction des nuages élevés observés dans ces parages :

14 février, cirrus S 50° W (4 obs.); 15 février, alto-cumulus NE, cirrus S 30° W (2 obs.); 16 février, cirrus S 45° W; 22 février, à Sainte-Croix-de-Ténériffe, cirrus S 60° W.

Comme on peut le voir, le contre-alizé est toujours indiqué tant par les ballons que par la direction des nuages, et l'on retrouve la constitution en couches feuilletées de l'atmosphère déjà indiquee par nos précédentes observations.

([1]) Teisserenc de Bort, *Sur les relations entre la répartition de la température et de la pression barométrique à la surface du globe* (*Comptes rendus*, novembre 1879).

Les vents de Nord-Ouest (contre-alizé de M. Hergesell) n'ont pas dans cette région l'épaisseur qui leur a été attribuée, puisqu'ils font place au contre-alizé classique des régions Sud entre 2500^m et 4000^m.

Les observations des courants de retour de l'Équateur faites depuis longtemps, sur le pic de Ténériffe, correspondent donc à un phénomène général et sont identiques à celles qu'on obtient en pleine mer.

M. Édouard Peyrusson adresse une Note *Sur la température du Soleil.*

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 avril 1906.

(Suite.)

Annuaire de l'Université catholique de Louvain, 1906; 70e année. Louvain; 1 vol. in-12.

Université catholique de Louvain. Programme des Cours, année académique 1905-1906. Louvain, 1905; 1 fasc. in-12.

Bergens-Museum. Aarsberetning for 1905. Bergen, 1906; 1 fasc. in-8°.

Annual Report of the imperial department of Agriculture, for the year 1904-1905. Calcutta, 1906; 1 fasc. in-8°.

Rendiconti del Circolo matematico di Palermo; t. XXI, fasc. I, anno 1906, gennajo-febbrajo. Palerme, 1 vol. in-8°.

Annales de l'Observatoire royal de Belgique; nouvelle série : *Physique du Globe;* t. III, fasc. 1. Bruxelles, 1905; 1 vol. in-4°.

Boletin mensual del Observatorio meteorologico del Estado de Oaxaca; ano XIII, 1905-1906, nos 1-6. Oaxaca, 1905; 3 fasc. in-8° oblong.

Records of the geological Survey of India; vol. XXXIII, part I. Calcutta; 1 fasc. in-8°.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, publ. par la Société

hollandaise des Sciences de Harlem; série II, t. XI, 1re et 2e livraisons. La Haye, Martinus Nijhoff, 1906; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique; IVe série, t. XX, n° 1. Bruxelles, 1906; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences et des Lettres de Danemark, 1906, n° 1. Copenhague; 1 fasc. in-8°.

Recueil des travaux botaniques néerlandais, publiés par la Société botanique néerlandaise; vol. I, nos 1-4; vol. II, nos 1-2. Nimègue, F.-E. Macdonald, 1904-1906; 3 vol. in-8°.

Arkiv för Botanik; Bd. V, Häfte 1-2. Upsaal et Stockholm, 1905; 1 vol. in-8°.

Arkiv för Zoologi; Bd. III, Häfte 1. Upsaal et Stockholm, 1906; 1 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 avril 1906.

Internationale Assoziation der Akademien. Vorbericht für die am 30 Mai 1906 zu Wien beginnende Zusammentretung des Ausschusses. Vienne, 1906; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Darboux.)

Observatoire de Toulouse. Catalogue photographique du Ciel; t. VII, fasc. 3: *Observations d'Eros.* Paris, Gauthier-Villars, 1906; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Lœwy.)

Scheinbar lebende weiche Kristalle, von O. Lehmann. (Extr. de *Chemiker-Zeitung,* t. XXX, 1906; n° 1.) Cöthen, 1906. 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent, ainsi que les deux Opuscules suivants et une série de planches photographiques du même auteur.)

Homöotropie und Zwillingsbildung bei fliessend-weich Kristallen, von O. Lehmann. (Extr. de *Annalen der Physik,* 4e série, Vol. XIX, 1906.) Leipzig; 1 fasc. in-8°.

Fliessend-kristallische Trichiten, deren Kraftwirkungen und Bewegungserscheinungen, von O. Lehmann. (Extr. de *Annalen der Physik,* 4e série, Vol. XIX, 1906.) Leipzig; 1 fasc. in-8°.

Paraazoxyzimtsäure-äthylester; Photogr. v. O. Lehmann: nos 1-29. S. l. n. d.; 29 épreuves photographiques in-8°.

Rapport sur les travaux du Bureau central de l'Association géodésique internationale en 1905 et programme des travaux pour l'exercice de 1906. Leyde, 1906; 1 fasc. in-4°.

Les légumes annamites, par M. J. Lân. — *Les cultures vivrières au Tonkin,* par M. Bui-quang-Chiêu. — *Légumes indigènes susceptibles d'être consommés par les Européens,* par M. Pouchat. (Gouvernement général de l'Indo-Chine. *Bulletin économique,* publ. par la Direction de l'Agriculture et du Commerce; n° 48, décembre 1905.) Hanoï, 1905; 1 vol. in-4°.

Sur l'hémolyse par les glycosides globulicides, et les conditions de milieu qui la favorisent ou l'empêchent, par E. Hédon. (Extr. des *Archives internationales de Pharmacodynamie et de Thérapie;* t. VIII.) Bruxelles, H. Lamertin; Paris, O. Doin, 1901; 1 fasc. in-8°.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. Mascart, Membre de l'Institut. Année 1906, n° 1, 1er janvier. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Société des Ingénieurs civils de France : Annuaire de 1906. Paris; 1 vol. in-8°.

La « Normale », machine nouvelle à progresser sur les routes, [par le Dr Ripault]. Dijon, H. Sirodot-Carré, 1906; 1 fasc. in-8°.

Carta fotográfica del Cielo. Zona — 9° : hojas nos 127, 137, 151, 152, 153, 156, 160, 170, 171 y 172; Observatorio Marina de San Fernando. Cadix; 10 feuilles in-plano.

Antropometria militare, risultati ottenuti dallo spoglio dei fogli sanitarii delle classi 1859-1863, eseguito d'ordine del Ministero della Guerra presso l'Ispettorato di Sanita militare, sotto la direzione del maggiore medico Dr Ridolfo Livi. Rome, 1906. *Texte :* 2 vol. in-4° et *Atlas,* 1 fasc. in-4°.

Memorandum on the age tables and rates of mortality of the Indian Census of 1901, by G.-F. Hardy. Calcutta, Government printing Office, 1905; 1 fasc. in-4°.

Annuaire de l'Université de Sophia, t. I, 1904-1905. Sophia, 1905; 1 vol. in-8°.

Bulletin of the Bureau of Standards; t. I, nos 1, 3. Washington; 2 fasc. in-8°.

Metallurgie, Zeitschrift für das gesammte Hüttenwesen, herausg. v. W. Borchers und J. Wust; Bd. III, nos 1, 2. Halle, 1906; 2 fasc. in-8°.

Bulletin du département de l'Agriculture aux Indes néerlandaises; n° 1. Buitenzorg, 1906; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 19 mars 1906.)

Note de M. *Tommaso Boggio,* Nouvelle résolution du problème de l'induction magnétique pour une sphère isotrope :

Page 701, formule (2), *au lieu de*

$$U = \frac{R}{k}\int_\sigma \rho \frac{d\varphi}{d\rho}\frac{d\sigma}{r}; \quad (2)$$

lisez

$$U = \frac{k}{R}\int_\sigma \rho \frac{d\varphi}{d\rho}\frac{d\sigma}{r}. \quad (2)$$